

14  
1/16.2.1

20 DIC. 1958

AÑO 1958

III TRIMESTRE

NUM. 51

# NOTAS Y COMUNICACIONES

DEL

## INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

### Sumario

Conceptos nuevos, cambian el pensamiento geológico, por el Prof. A. I. LEVORSEN.—Pág. 3.

Rabdomancia, o adivinación de aguas, en los Estados Unidos, por RAY HYMAN y EVON Z. VOGT.—Pág. 15.

El problema de los anancoides, por FREDERIC-MARIE BERGOUNIOUX y FERNAND CROUZEL.—Pág. 33.

Variedades enanas del *Trilophodon Pentelicus* en el neogeno de España, por FREDERIC-MARIE BERGOUNIOUX y FERNAND CROUZEL.—Pág. 39.

Yacimientos fosilíferos del Mioceno continental en la provincia de Albacete, por JOSÉ DE LA REVILLA e INDALECIO QUINTERO.—Pág. 47.

Nota preliminar sobre las «Calizas con Alveolinas y Nummulites» de la vertiente Sur de los Pirineos, por M. JEAN-PHILIPPE MAUGIN.—Pág. 55.

Geología regional del país Circum-Mediterráneo, por H. D. KLEMME.—Pág. 63.

Notes sur certaines formations tertiaires situées entre Almería et la Sierra de Carthagène (Espagne Meridionale), por MICHEL DURAND DELGA et JEAN MAGNÉ.—Pág. 129.

Precisiones sobre la estructura del secundario entre Berga y el Puente de Llinás (Bergadán), por V. MASACHS ALAVEDRA.—Pág. 145.

El factor geológico en la evolución cultural, por ANTONIO DUE ROJO, S. I.—Pág. 165.

Bibliografía consultada para la preparación de la Hoja número 59 del mapa 1:400.000, 5.ª edición, por A. A. S. y A. G. C.—Pág. 189.

Noticias.—Pág. 195.

Notas informativas.—Pág. 221.

Notas bibliográficas: Geonucleónica, pág. 229.—Paleontología, pág. 230.—Radiogeología, pág. 230.

Instituto Geológico y Minero de España.—Pág. 233.

NOTAS Y COMUNICACIONES

DEL

**INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO**

DE

ESPAÑA

---

NÚMERO 51

---

TERCER TRIMESTRE

MADRID  
1958

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

---

---

ES PROPIEDAD

Queda hecho el depósito que marca la Ley.

---

---

## Conceptos nuevos, cambian el pensamiento geológico

POR EL

Prof. A. I. LEVORSEN - (Tulsa)

Depósito Legal M. 1.882.-1958

C. FERMEJO, IMPRESOR.—J. GARCÍA MORATO, 122.—TELEF. 33 06-19.—MADRID

Prof. A. I. LEVORSEN - (Tulsa) (\*)

## CONCEPTOS NUEVOS, CAMBIAN EL PENSAMIENTO GEOLOGICO

### R E S U M E N

Se pretende manifestar en esta nota que, al entrar la geología del petróleo en una era nueva, la de las trampas estratigráficas, el geólogo ha de cambiar de manera de opinar y seguir criterios que en otros tiempos se hubiesen considerado desacertados.

### S U M M A R Y

This note puts forward the opinion that, as the geology of petroleum enters a new era—the one of stratigraphic traps—the geologist must revise his ideas and follow criteria that would have been considered erroneous before.

### R É S U M É

Cette note exprime l'idée que, la géologie du pétrole étant entrée dans une nouvelle ère l'ère stratigraphique—, le géologue doit modifier ses vues et suivre des orientations qu'on aurait jugées erronées il y a quelque temps.

La geología del petróleo está entrando en una nueva y más compleja era, la era estratigráfica.

La búsqueda de petróleo debe confiar cada vez menos en las estructuras de tipo clásico, como orientación casi

---

(\*) Traducción directa del inglés por J. M. Rios del artículo de A. I. Levorsen titulado «New concepts alter geological thinking» aparecido en el número de diciembre de 1957 de la revista «World Oil» (págs. 105-106, 115). Su traducción y publicación ha sido amablemente autorizada por los editores de «World Oil».

exclusiva, y debe poner cada vez más énfasis en los cierres de trampa.

Son varias las direcciones hacia las cuales debe orientarse la iniciativa del geólogo de petróleo, si es que su actuación ha de ganar en eficacia para la exploración petrolera. Esas directrices se señalan, sobre todo, en las viejas regiones petroleras, en las que el cambio de tipo de trampas, de estructurales a estratigráficas, ha avanzado más. Estas nuevas orientaciones exigen el empleo de técnicas tales como las que se apoyan en un mayor énfasis en la historia geológica, prestan mayor atención a los detalles estructurales y a los cambios de pequeña escala en buzamientos y rumbos, sobre todo al ritmo de cambio de las pendientes (especialmente donde puedan conjugarse con barreras de permeabilidad), utilizan mayor variedad en la cartografía, y desarrollan una ideología más especulativa, junto con una mayor precisión en la toma de datos geológicos, y se extienden por un ámbito imaginativo más amplio.

El geólogo de petróleo debe estar dispuesto a aprovechar nuevos acopios de datos y conocimientos, nuevas técnicas, nuevas ideas y nuevos bagajes materiales e ideológicas. Sólo ya el progreso de las ciencias geofísicas, en sí mismo, es bastante para justificar el que casi cada área explorada sea revisada anualmente. Los geólogos han demostrado, sin embargo, que son criaturas adaptables, y que pueden ajustarse a estas condiciones cambiantes.

La geología aplicada ha sido aceptada como la guía óptima para la exploración del petróleo. Es, por consiguiente, razonable admitir que cuanto más geología sepamos, cuanto más aprendamos acerca de las características geológicas de una región, tanto más eficaz será nuestro esfuerzo en pro del descubrimiento de petróleo. Son muchas,

ahora, las maneras de cartografiar estructuras; se han desarrollado muchas técnicas para conocer la estratigrafía de una región, y tenemos diversos modos de conocer las circunstancias de los fluidos en las rocas. Una de las directrices, en pro de la mejora técnica, es la que apunta a la intensificación de nuestros esfuerzos hacia la máxima integración de los estudios estructurales con la estratigrafía, con la técnica de fluidos y con las relaciones temporales entre estos fenómenos; en otras palabras, hacia el conocimiento de la geología histórica.

Algo de esto se hace ahora, es verdad, pero no lo suficiente. No debemos desanimarnos, sin embargo, porque no estemos de acuerdo, unos con otros, con respecto a la interpretación de los acontecimientos geológicos de tiempos pasados. Los geólogos tratamos de millones de años, mientras que los historiadores modernos están en desacuerdo acerca del significado de acontecimientos transeurridos solamente hace diez años.

En la futura era de intensificación de la exploración estratigráfica dirigida a la localización del petróleo, los geólogos, bien se trate de especialistas tales como geólogo del petróleo, geofísico, paleontólogo, geólogo de ubicación de sondeos, geólogo estructural o de estructuras subsuperficiales o, sencillamente, la variedad corriente y moliente de geólogo interesado en la exploración de petróleo, tendrán que prescindir de parte de la confianza depositada en las estructuras, como guía exclusiva o casi exclusiva de la exploración, si es que han de llegar al éxito. La búsqueda se ha de referir a los cierres mediante trampa, y no necesaria, y casi exclusivamente, a los cierres puramente estructurales, como hasta ahora. El énfasis se ha de poner, cada vez en mayor grado, en las mutaciones estratigráficas, que

pueden o no combinarse con características estructurales para constituir una trampa eficaz. Cada área explotada o investigada tendrá que ser examinada de nuevo para estudiar la posibilidad de que contenga algún tipo de trampa estratigráfica. Una vez que los mapas hayan sido analizados otra vez, no podrán ser devueltos a los estantes y olvidados, porque cada nuevo sondeo o ensayo en la vecindad de esa región requerirá nueva confrontación, con respecto a cada formación del corte geológico.

Hay seis tipos diferentes de mapas que son esenciales para el conocimiento de todas y cada una de las áreas, si es que se ha de llegar a la comprensión de la geología histórica. Estos son :

- 1) Mapas estructurales de cada formación.
- 2) Mapas paleogeológicos por debajo de cada superficie de discordancia.
- 3) Mapas de facies de cada formación.
- 4) Mapas de isopacas o de paleoestructuras de cada formación y de muchos conjuntos de formaciones.
- 5) Mapas hidrodinámicos de cada una de las formaciones que contenga fluidos libres.
- 6) Cortes estructurales y estratigráficos.

Todos ellos son interdependientes. Ningún mapa dirá, solamente de por sí, la historia geológica, pero todos juntos sí. Nos capacitarán a pensar en términos de longitud, anchura, espesor y tiempo, o sea en las cuatro dimensiones. Cuando estos mapas puedan ser relacionados con la presencia de petróleo en cada una de las formaciones, constituirán un equipo herramental capaz de llevar a cabo la tarea.

Si disponemos de suficiente cantidad de mapas y cortes, lograremos tener en la mano todas las claves que conducen

al éxito. Esto es ineludible, lo mismo si se trata de un área vieja donde se han perforado sondeos en cada kilómetro cuadrado, o de un área inédita donde hay, como máximo, un sondeo de investigación, o menos, por cada población.

La imaginación es una de las cualidades que todos sabemos necesaria al geólogo de petróleo. La cantidad de imaginación que se necesita para la exploración de trampas puramente estructurales es solamente una parte de la que se necesitará conforme vayan creciendo las dificultades que plantea la era estratigráfica. Es algo así como comparar un partido amistoso con uno de finales de Liga. La diferencia principal consiste en que, en el análisis estratigráfico, se está en posesión de muchos menos datos definitivos con los que trabajar y, por consiguiente, hay menos control para el concepto geológico que en la exploración estructural. Esta diferencia debe ser suplida por la imaginación de cada uno, o de lo contrario no se logrará eficacia.

Los geólogos no somos prescientes ni clarividentes ; necesitamos pruebas en las cuales basar nuestro pensamiento. Acostumbrada la industria a perforar en anticlinales cerrados, en que las circunstancias están bien definidas y son cartografiables, parece esperar que el geólogo localice siempre sus sondeos de exploración, sobre la base de circunstancias muy concretas. Pero en la búsqueda de trampas estratigráficas no puede haber razón concreta y definida para preferir un sitio con respecto a otro, si es que no tenemos información o pruebas que se apoyen en los resultados de sondeos. Alguien ha de lanzarse a perforar sondeos no estructurales, si es que cada sondeo de exploración ha de ser ejecutado como comprobación de una locali-

zación concreta, de lo contrario su falta debe ser suplida por la imaginación. El registro (o gráfico) de un sondeo en un sinclinal puede, de hecho, resultar de interés crítico cuando buscamos una trampa, como lo muestra la figura 1.

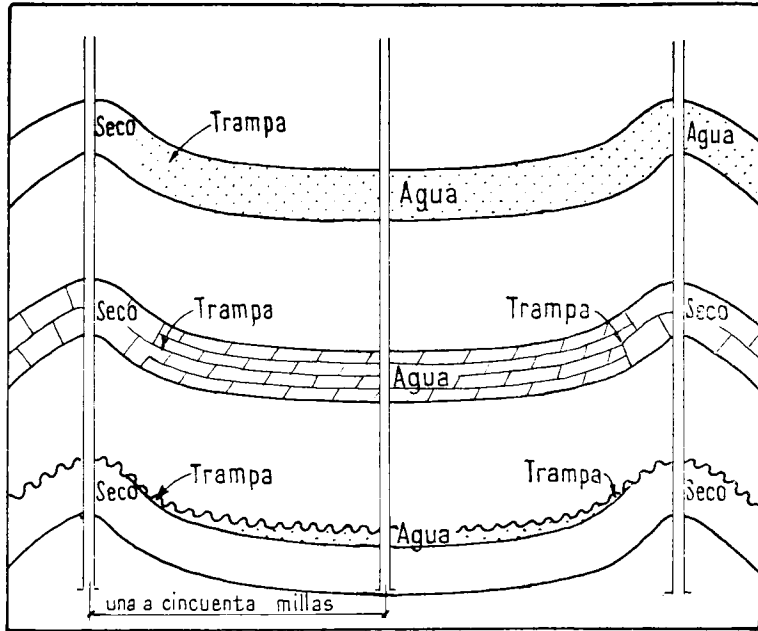


Fig. 1. -Corte idealizado a través de un sinclinal en el que un sondeo perforado cerca del centro encontró agua, solamente, en tres rocas de frentes potenciales. La ausencia de fluidos en las mismas formaciones en sondeos perforados en anticlinales próximos sugiere la existencia de varias trampas aún no investigadas.

Si un geólogo cualquiera hubiera insinuado, con anterioridad a su descubrimiento, por ejemplo, las circunstancias ahora conocidas en campos tales como los de Glenn Pool, Pembina, Cutbank, Bisti, e infinidad de otras áreas norteamericanas no estructurales, y que, sin embargo, son muy productivas, probablemente hubiera sido enviado a un manicomio, caso de que se hubiera atrevido a exteriorizar sus pensamientos. Parece que nosotros, los geólogos, ha-

yamos tenido demasiado miedo a nuestra propia imaginación. Un sondeo estéril en un anticlinal es tan corto como el realizado en una zona de trampas estratigráficas, pero su fracaso no lleva consigo ni el estigma ni la pérdida de

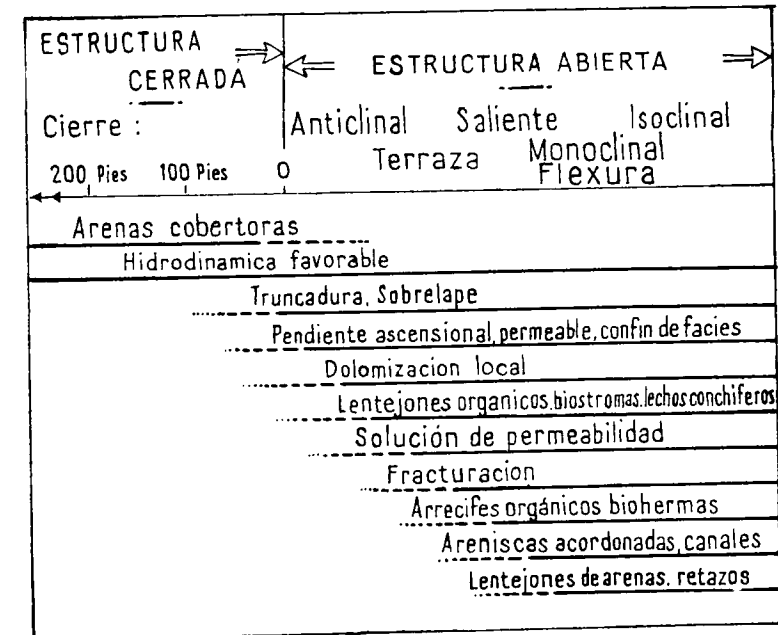


Fig. 2.—Mapa que muestra los cambios locales de estructuras cerradas o abiertas, y a falta de estructura, y con estos cambios la correspondiente variación en el otro de características estratigráficas existentes y también necesarias para que constituyan trampa.

prestigio que frecuentemente acompañan a la colocación de un sondeo fuera de la culminación de una estructura. Se acerca el tiempo en que tengamos que arriesgar más nuestro pellejo geológico, tanto individual como colectivamente, y perforar más sondeos de investigación en áreas que tengan escaso o ningún cierre local de tipo estructural, pero donde un conocimiento profundo de la estratigrafía pueda ser la clave del descubrimiento.

El problema con que se enfrenta el geólogo de petróleo, al ajustar su mentalidad al cambio de rumbo de las investigaciones, puede esquematizarse mediante un gráfico como el de la figura 2. Conforme las estructuras disponibles cambian gradualmente del tipo de estructuras cerradas al tipo de estructuras abiertas, a monoclinales, y a falta total de estructuras locales, encontramos un incremento progresivo de las características estratigráficas que son, por un lado, necesarias para formar una trampa, y por otro, presentes en esa zona. El desplazarse de izquierda a derecha a lo largo del gráfico, exige un incremento progresivo en imaginación geológica, análisis y datos subsuperficiales, si es que hemos de poder predecir trampas de carácter estratigráfico.

La prospección estratigráfica es generalmente más costosa que la prospección en anticlinales. Es preciso perforar más sondeos para lograr el descubrimiento, y frecuentemente éste tiene lugar solamente después de analizar la estratigrafía en los registros de cantidad de sondeos. Una de las razones por las que las trampas estratigráficas son más costosas, es la de la mayor dificultad de localización del área favorable. Cuando pensamos en que en vez de uno puede que sean necesarios tres o cuatro sondeos para lograr la localización de la trampa, y que ésta muy bien pueda resultar pequeña o estéril, el ardor del prospector se enfría. Pero, por otro lado, podemos creer en la existencia de inmensas trampas potenciales en muchas regiones, y entonces el costo de tres o cinco o más sondeos de investigación, incluso de gran profundidad, no está fuera de razón en relación con el fruto potencial. Quiere esto decir que donde pudiéramos creer en la existencia de un campo, como el de Pembina, por ejemplo, estaría justificada la realización

de muchos sondeos de investigación, mientras que una trampa pequeña podía justificar solamente la de uno o dos sondeos.

Algunas veces sirve de ayuda la reducción de un problema complejo a sus términos más sencillos. Para el geólogo que explora en trampas estructurales esto tiene su expresión en la acción de perforar en el punto más alto de la roca depósito. Para el geólogo que busca tipos de trampas estratigráficas, bajo circunstancias de fluidos estáticos, hay dos reglas sencillas que parecen ser de aplicación muy general. Estas son:

- 1) Moverse descendiendo con el buzamiento a partir de un pozo seco (no fluido).
- 2) Deslizarse ascendiendo con el buzamiento a partir de un pozo húmedo (agua).

La aplicación de estas reglas requiere dos tipos de información: correlación y buzamiento de los estratos y contenido fluido de la roca depósito. La capacidad de determinación de ambos factores mejora anualmente, y esto subraya la necesidad de que el geólogo de petróleo se mantenga al día de las mejoras tecnológicas y de los métodos de obtención de datos geológicos.

Los avances en ambas materias son continuos y fenomenales en muchas técnicas. Recientes ejemplos en el campo de la geofísica son los registros continuos de velocidad (CVL), el registro magnetofónico de los datos sísmicos y los registros de densidades variables. El análisis moderno de testigos de perforaciones suministra ahora datos a partir de los cuales se puede determinar la proximidad de características tales como barreras de permeabilidad y fallas, e incluso transmisibilidades del depósito, lo que desde luego constituye una gran ayuda al tratar de comprender las



condiciones que existen bajo la superficie. Todos ellos son avances recientes, y muy importantes, sobre los métodos antiguos de registrar los detalles estratigráficos y de fluidos.

Hay una cosa que nosotros, como geólogos, deberíamos tener presente cuando tratamos de imaginar el futuro de la exploración y descubrimiento de petróleo. Generalmente nos parece más oscuro que lo que realmente es. Hay una razón profunda para ello y es que nosotros estamos explorando continuamente en la frontera misma de nuestros conocimientos. Si supiéramos, o cualquiera otra persona supiera, de algún sitio seguro en que encontrar petróleo, nosotros o ella estaríamos allí, explorando. Nos apoderamos inmediatamente de cada nueva técnica, idea o clave, y la ponemos en práctica tan pronto como podemos. La consecuencia es que cada distrito petrolero queda «agotado», repetidas veces, en su exploración, y que ésta se reanuda tan pronto como se desarrolla alguna nueva técnica; o cuando se cruza alguna discordancia que pone de manifiesto un nivel insospechado, y más bajo, de la geología; o cuando alguna nueva estratigrafía nos es revelada; o cuando se descubre algún nuevo tipo de trampa en esa región.

Todos nosotros hemos visto estas «olas» de exploración conforme vienen y van; deberían considerarse como completamente normales. La Naturaleza no nos descubre todos sus encantos de una vez, sino que deja siempre algo para futuros encuentros.

Recibido el 3-IV-1958.

## Rabdomancia, o adivinación de aguas, en los Estados Unidos

POR

RAY HYMAN y EVON Z. VOGT

RAY HYMAN y EYON Z. VOGT (1948)

## RABDOMANCIA, O ADIVINACION DE AGUAS, EN LOS ESTADOS UNIDOS

### R E S U M E S

Se pretende ridiculizar el error en que están todos aquellos que consideran que tienen fundamento científico las prácticas rádománcicas, tanto para la prospección de aguas como de petróleos, consignando que en la célebre obra de Agricola ya se decía que la varita mágica no valía para sus fines.

### R É S U M É

On prétend ridiculiser l'erreur de tous ceux qui prétent une base scientifique aux pratiques de rhabdomancie, tant pour la prospection d'eau que pour les prospections pétrolières, et l'on cite à ce propos la célèbre oeuvre d'Agricola, où l'on disait déjà que la baguette magique ne servait pas à ces buts.

### S U M M A R Y

An attempt is made to ridicule the error of those people who believe there is a scientific basis in rhabdomancie practices, either for water or oil prospecting, and mention is made of Agricola's well known work, in which the remark is made that the conjurer's wand is of no use to this purpose.

(1) Ray Hyman y Eyon Z. Vogt trabajan en colaboración con el Departamento de Psicología de la Universidad de Harvard. Este artículo se basa en datos estadísticos obtenidos por todo el territorio de la Unión.

(2) Traducción directa, por J. M. Ríos, del original en inglés titulado «Some facts and theories on Waterwitching in the United States», aparecido en la revista «Geotimes», vol. II, núm. 9, marzo de 1948, publicada por el American Geological Institute. Se publica aquí mediante la amable y expresa autorización tanto de los autores como del editor de «Geotimes».

## COMENTARIO DEL TRADUCTOR

En un país de tradiciones tan viejas y tan arraigadas como es el nuestro, resulta mucho más difícil juzgar con imparcialidad acerca de materia de tan añeja entraña en nuestros usos consuetudinarios como lo es la rabiomanía. Es cosa que viene de muchos siglos atrás y la idea, no analizada, de su validez la llevamos en la misma masa de nuestra sangre, como se llevan otras creencias supersticiosas. De ahí que resulte tan interesante examinar con detalle lo que piensan acerca de esta materia otros países más jóvenes, que aunque han recibido las mismas tradiciones a través de los emigrantes, materia prima de su población actual, permanentemente alimentada, además, por nuevas aportaciones, han pasado por la fusión en el crisol de la renovación de espíritu e ideas, tan potente en la saliente personalidad de lo netamente americano. Si además este país es sobresaliente en su capacidad de organizar estudios de tipo estadístico, capacidad que se basa no sólo en la concepción científica del sistema, sino también en la potencia de los medios materiales que pueden desplegar para llevarlos a cabo, nos encontramos entonces con una piedra de toque ideal para contrastar nuestros propios conceptos.

Confieso, con cierto rubor después de haber leído el trabajo de Hyman y Vogt, que he formado siempre en las filas de los que pensaban que algo habría en la adivinación, puesto que resistía la prueba del tiempo. Muchas veces he sido consultado acerca de la posible verdad en materia de adivinación, hidrológica o no, y mi respuesta siempre se acogía a esa línea de pensamiento: si durante siglos logran mantener la persistencia del sistema, algo ha de haber en ello, pues de otro modo sería práctica desaparecida hace largo tiempo. Siempre rechacé, en cambio, todo intento de explicación científica, y siempre limité recundamente su alcance a cierta capacidad de adivinación, o sensibilidad especial, para las corrientes o depósitos de agua someros.

Se ha de advertir que estas consideraciones, y las de Hyman y Vogt, que se refieren, sobre todo, a la clásica rabiomanía, la de la varilla bifurcada, se han de hacer extensivas a toda clase de sistemas de varillas de diversas formas y cortes, péndulos, relojes, pantallas coloreadas o no, selec-

cionadoras de las diversas materias, y a las versiones más modernas y pseudocientíficas, con sus fantásticas explicaciones de captación y selección de ondas y radiaciones misteriosas. En el absurdo radiestésico se llega a límites casi inconcebibles, sobre todo cuando se desarrollan en ambientes al parecer cultos, e incluso científicos. Entonces, en el desconcierto mental creado por el disparate, se llega a la duda, ¿son ellos o soy yo el que ha de ser encerrado en un



manicomio. No puede ser otra manera si se ve tomar en serio a personas de carrera y con formación científica, a veces incluso técnica, la adivinación a distancia mediante maras, adivinos, etc., etc.

Aunque los autores del trabajo que presentamos introducen los antecedentes históricos con la famosa obra de Agrícola (3), estoy seguro, aunque nunca he buccado en estas ma-

(3) Y es interesante señalar que la opinión de Agrícola era adversa a los rabiomanes, en la edición de Basilea, de MDLVI, pag. 28, se expresa así esa opinión: «M-rabiens igitur, qui cum vicini homini et gra-em esse voluiss, virgula incuncta non ulitur: quia, rerum natura-

terias, que la práctica es muchísimo más antigua, y forzosa-mente habrá dejado trazas en la documentación histórica de las más viejas civilizaciones, egipcia, griega, romana, etc., etc. ¿No será la varita milagrosa de Moisés la versión bíblico-hebraica de un caso de rabdomancia?

En los tiempos modernos se han hecho muchos intentos científicos, al parecer serios e imparciales, de análisis de estos fenómenos (que, por lo menos por ahora, no pueden ser enjuiciados sino desde el punto de vista psíquico) y de otros con ellos relacionados, tales como adivinación y transmisión del pensamiento, presciencia, y la amplísima gama de fenómenos inexplicables e inexplicados. La Academia Pontificia dedicó, hace años, un volumen a su estudio.

Me causó gran impresión la lectura de un libro en que se describían los experimentos realizados por un famoso aviador norteamericano. Fue encargado de realizar vuelos en el Artico para intentar la localización de un rompedor ruso, creo que el Chelyuskin, aprisionado y a la deriva. No he podido localizar el volumen en mi biblioteca y no puedo precisar más datos. Pero recuerdo que se trataba de un intento de comunicación mental, por transmisión del pensamiento, científica y notarialmente garantizado, con varias universidades americanas. El experimento, interesante también por los detalles y sistemas de organización, puede considerarse, según recuerdo, como moderadamente positivo.

Todos estos hechos, y muchos más, que pueden recogerse en la abundante literatura, hacen mella.

Pero la fría luz de las cifras, según las expresan estadísticas bien realizadas, desnudan los hechos de todo ropaje y cendal de misterio, y dejan sólo del descarnado pero sólido resultado de la realidad. Queda en pie la cuestión de cuál sea el factor principal en que se apoya la supervivencia de esta práctica, y este factor es de orden meramente psicológico.

peritum et prudentem, fureatam intelligit sibi usui non esse, sed supra dixit, habet naturalia venarum signa, quae observat.» Lo que, en traducción libre quiere decir, más o menos: «Los que nos ocupamos de minería y queremos ser hombres rectos y serios, no hacemos uso de la vasita mágica; porque el que es conocedor de las cosas de la Naturaleza, sabe que no vale para sus fines, sino que ha de tener en cuenta los indicios naturales de las venas (metalíferas) que observa, según se explicó anteriormente.» Satisfina doctrina, y clarísimo juicio, entonces y ahora.

no científico. Esta cuestión es la que han intentado poner en claro Hyman y Vogt, y el método y resultado alcanzado es lo que exponen a continuación.

J. M. R.

Comienza el registro histórico de la rabdomancia en 1596, cuando Georgius Agricola publica su comentario acerca de la capacidad de adivinación de los mineros germanos. Al americanizarse, la rabdomancia ha cambiado muy poco. Se denomina ahora comúnmente «brujería de las aguas» (*water witching*), y se emplea corrientemente, con mayor frecuencia, para localizar aguas subterráneas, más bien que para encontrar venas metalíferas. Pero aunque esta práctica se encuentra separada del «adivinator» de Agricola por más de 400 años y por el Océano Atlántico, el zahorí americano de nuestros días emplea la varita horquillada exactamente en la misma forma que describió el famoso físico de campo del siglo XVI.

Incluso en la época de Agricola, fué objeto la varita de viva controversia. El mismo Agricola puso en duda su eficacia. A pesar de vehemente oposición, su empleo se extendió por toda Europa y fué introducido en el país, que luego se convirtió en los Estados Unidos, en los siglos XVII y XVIII. También en este país, y a pesar de la oposición unánime de geólogos, ingenieros hidrólogos y funcionarios oficiales, se extendió con rapidez la rabdomancia por toda la América rural. Una reciente investigación nos puso de manifiesto que practican habitualmente su profesión en los Estados Unidos unos 25.000 adivinadores.

El despliegue de tenacidad tal, no obstante enfrentarse con una oposición abrumadora, despierta naturalmente la

curiosidad del científico en materias sociales. ¿Por qué persiste este método inortodoxo, dentro de una cultura que se enorgullece tanto de sus avances científicos y tecnológicos?

Esta interrogante es la que motivó nuestro estudio de la rabdomancia en los Estados Unidos. Apoyados por donativos del Fondo Hodgson y del Laboratorio de Relaciones Sociales de la Universidad de Harvard, pasamos revista a la información selectiva suministrada por 500 «agentes examinadores» de provincias agrícolas, con objeto de obtener información trascendente.

Lo primero que tuvimos que hacer es enfrentarnos con la cuestión de si es válida o no la adivinación de aguas. ¿Quizás se debe la supervivencia de los zahoríes y de sus actividades a que hay algo de cierto, de válido, en ello? Tal es el argumento que esgrimen muchos de sus partidarios. Y algunos van tan lejos, que afirman que el hecho mismo de la supervivencia de la rabdomancia, a lo largo de los siglos, es prueba de su eficacia.

Esta «prueba del tiempo» no puede, desde luego, ser tomada demasiado en serio por los hombres de ciencia. Artes adivinatorias tales como la astrología y el estudio de las rayas de la mano tienen un historial más largo que la adivinación de las aguas y, sin embargo, estos tipos de predicción de la fortuna cuentan con muchos menos campeones. Los defensores más sofisticados prefieren, en consecuencia, basar sus argumentos en un fundamento más sustancial: Aducen «pruebas».

Las pruebas que conciernen a la validez de la adivinación proceden de varios orígenes y varían en sus calidades. Desde el punto de vista del hombre de ciencia, sin

embargo, puede agruparse toda clase de pruebas en dos categorías.

La primera clase reúne las que consisten en casos históricos de actuaciones reales de los adivinadores, informaciones personales y directas, informaciones transmitidas o de segunda mano, anécdotas, registros gubernamentales y las pruebas de campo en las que un grupo de observadores se reúne para «probar» las proezas de un adivinador que trata de situar un alumbramiento. Las pruebas de este tipo se caracterizan por el hecho de que no existen patrones con los que contrastar la actuación del adivinador.

¿Qué alcance tiene, por ejemplo, el que un adivinador tenga «éxito» en ocho de diez sitios elegidos? Incluso si pasamos por alto la dificultad de definir un «éxito», tal prueba carece de significado sin una línea de base, o «línea de tierra», de referencia. Si bajo condiciones idénticas, otro método distinto de selección de localizaciones tuviera éxito sólo en una de cada diez pruebas, entonces si que haría falta dar otra pasada a la actuación del adivinador. Pero sin tal clase de comparación, la prueba tiene que resultar siempre ambigua.

La segunda categoría agrupa la realización de experimentos, de campo y laboratorio, en los que se procede a una comparación vigilada, o contraste, que permita evaluar la actuación del adivinador. Un ejemplo de tal experimento es el realizado recientemente por la Sociedad Americana de Investigaciones Psíquicas. Cada uno de veintisiete adivinadores atravesaron independientemente la misma parcela de terreno, y trataron de adivinar o localizar un alumbramiento del que estimaron la profundidad y velocidad de flujo de agua. Cuando se compararon estas apreciaciones con los valores reales obtenidos consiguientemente

mediante profundización de pozos de control, los resultados no superaron a los que hubieran resultado del mero azar. Además, las estimaciones obtenidas por expertos —un geólogo y un ingeniero en cuestiones hidráulicas— realizadas bajo las mismas condiciones, fueron superiores a las apreciaciones estimadas por los adivinos, y a las que resultan del azar.

Es bastante sorprendente que ambos, el escéptico y el creyente, estén de acuerdo acerca de la consecuencia lógica que hay que deducir como consecuencia de estos dos tipos de prueba. El apoyo máximo a la validez de la adivinación de aguas procede de relaciones de casos históricos y de pruebas de campo. Pero conforme nos desplazamos de la transmisión verbal incontrolada de casos a la experimentación de campo y laboratorio, la posible defensa de la adivinación resulta cada vez más floja. El adivinador, con reputación basada en brillante fama y testimonios fervientes, pierde de repente su habilidad cuando se expone a la fría mirada de la observación científica.

Al llegar a la moraleja es cuando divergen el creyente y el escéptico. El creyente percibe la situación así: el adivinador actúa en baja forma cuando queda sometido al escrutinio científico, porque sus delicados poderes están desfavorablemente afectados por la artificialidad de las condiciones experimentales, la hostilidad de la escéptica atmósfera, y la tensión que resulta de «sentirse enfocado». Además—y la objeción sólo se plantea, las más de las veces, después de resultados negativos—, siempre resulta que el hombre de ciencia eligió un mal adivinador; se hubieran alcanzado resultados positivos si hubiera probado uno «bueno».

El escéptico deduce una moraleja sencilla. Los tan careados poderes del adivinador de aguas no resisten el es-

crutinio científico, en primer lugar porque tales facultades no han existido nunca.

De momento, por consiguiente, no hay prueba, que alcance nivel científico, que nos convenza de que la adivinación de aguas es operante.

Como cuestión independiente del problema de la validez de la adivinación de aguas, hemos podido formular cuatro teorías acerca de cual sea la razón de la persistencia de la práctica en los EE. UU., y hemos logrado, para cada una de ellas, hacer predicciones empíricas referentes a la proporción de alumbramientos que se han de adivinar bajo determinadas circunstancias.

*Teoría de la supervivencia.*—Esta teoría establece que la adivinación consiste meramente en una supervivencia, de carácter supersticioso, de épocas pasadas. Nos conduciría a predecir que la proporción de alumbramientos adivinados es constante de comunidad en comunidad.

*Teoría del "no pueden equivocarse".*—Esta teoría postula que la adivinación sobrevive, en aquellas comunidades en que el agua es fácilmente accesible, porque los consumidores no llegan a darse cuenta de que podrían llegar a los mismos éxitos, en la localización de aguas, sin la ayuda de los zahoríes. La predicción en este caso sería que la proporción entre los pozos «adivinados» ha de resultar más elevada en aquellas comunidades en que es más fácil la localización de aguas subterráneas.

*Teoría ritual.*—Esta teoría se basa en conceptos antropológicos referentes a la magia y ritual en sociedades primitivas, y considera la adivinación como un ritual que se practica para afrontar la ansiedad e incertidumbre que rodean al resultado de realización de un alumbramiento. Predice que la proporción de alumbramientos adivinados ha-

brá de ser mayor en aquellas comunidades en que la localización de aguas subterráneas es difícil y lleva consigo riesgo.

*Teoría de "a falta de método mejor".*—Según esta teoría, la gente acude a la adivinación porque no tienen otra alternativa mejor. Predice que la proporción de alumbramientos será más elevada en las comunidades en que la información acerca de las circunstancias que acompañan a la existencia de aguas subterráneas es reducida o poco adecuada.

Nuestra investigación empírica se dirigió a decidir, si es que ello era posible, cual de estas teorías es correcta. Afortunadamente los resultados quedaron claramente definidos. Primero ordenamos las provincias según tamaño, grado de urbanización, número de alumbramientos llevados a cabo cada año, y población. Después establecimos la comparación entre las provincias que tenían un porcentaje alto de actividad adivinadora con las que lo tenían bajo. Las que practicaban en gran escala la adivinación resultaron ser aquellas en que la localización de aguas subterráneas constituía un problema serio (bien a causa de tremendas variabilidades de profundidad, o en calidad y cantidad de agua, o por una alta proporción de fracasos) y en los que la información que se tenía acerca de las aguas subterráneas era inadecuada.

Estos hallazgos empíricos están, por consiguiente, de acuerdo con ambas teorías, «ritual», y la de «a falta de cosa mejor». La gente busca a los zahoríes cuando no cuentan con otra fuente informativa y cuando no tienen certeza acerca de si una determinada localización suministrará el deseado caudal de agua a costo razonable.

Algunos usuarios de la adivinación incluso tratan de atribuir a su decisión un alcance casi racional. Arguyen que en muchos casos falta el consejo de los expertos, o es inadecuado, a causa de las peculiares circunstancias geológicas. Acuden entonces a los zahoríes porque, incluso si la adivinación no es francamente válida, el juicio de los zahoríes no puede ser peor que el suyo propio. Así es que no pierden nada (caso de que no haya nada de verdad en la adivinación) y pueden ganar mucho (caso de que haya).

Como expuso uno de nuestros colectores de datos en Nebraska: «Los granjeros que abren un pozo para riego piensan que la factura, entre cinco y veinticinco dólares, es tan pequeña comparada con la inversión que hacen de tres o cinco mil dólares, que consultan incluso aunque no tengan fe.» Y otro en Iowa nos dijo: «No hay demasiada gente que tenga fe en los zahoríes, pero los emplean a falta de cualquier otro método de localizar agua.»

¿Qué es lo que significan nuestros resultados para el porvenir de la adivinación de agua en los EE. UU.? La adivinación persiste, bajo estas circunstancias, allí donde la elección de la localización da un alumbramiento, lleva consigo incertidumbre y ansiedad. Toda elección lleva consigo una de estas alternativas: o la posibilidad de encontrar agua a un precio razonable o de encontrar agua a un precio prohibitivo, o de no encontrar agua. Cuando las circunstancias son tales que suministran pocas orientaciones objetivas para reducir al mínimo la probabilidad de las dos alternativas últimas, es cuando se llama al zahorí. Este releva al interesado de la responsabilidad de establecer una elección bajo tales condiciones de incertidumbre. E incluso cuando la elección del zahorí resulta finalmente desacertada, ha suministrado, sin embargo, algún alivio en el mo-

mento de la elección, y ha absuelto a la persona de toda culpa. El hecho de que el zahorí suministre certidumbre en el momento de la elección, así lo pensamos al menos, es lo que le hace tan atractivo al cliente rural.

En consecuencia, tenemos la sensación de que la adivinación persistirá en los Estados Unidos mientras tanto que las gentes se vean en la necesidad de escoger localizaciones por sí mismas, bajo circunstancias en las que se ofrezcan pocos elementos de juicio externos acerca de cuál de los diversos sitios posibles haya de ser el que reduzca al mínimo las posibilidades de pagar un precio excesivo por el agua que necesitan.



#### Y, AHORA, PASEMOS DEL AGUA AL PETRÓLEO

*A modo de comentario corroborativo, ambos de la traducción y de la introducción, reproducimos en adaptación libre algún fragmento del artículo «Doodlebugs», escrito por el Dr. Mody C. Boatright para la revista «The Lamp» (1) y las graciosas viñetas del dibujante Ch. Martin que ilustraban dicho artículo. Este, que es muy breve pero sustancioso, explica la evolución de la varita del zahorí desde que, con motivo del descubrimiento del petróleo profundo, empezó a emplearse, con este objeto, por los buscadores de agua, hasta sus versiones más modernas, y más o menos pseudocientíficas:*

«Los primeros buscadores de petróleo, a falta de una técnica científica que entonces aún no estaba desarrollada, recurrieron al único instrumento de que podían echar mano,

(1) Para la reproducción de este artículo fué amablemente autorizado, tiempo atrás, D. Wenceslao Castillo, Director de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas, por el editor de «The Lamp», Revista de la Standard Oil Company (New Jersey). El artículo, titulado originalmente «Doodlebugs», apareció en el número 1, vol. XXVIII, agosto, 1946.

la varita ahorquillada con la que los granjeros habían localizado pozos acuíferos durante generaciones.

Con la ayuda de las leyes de la probabilidad matemática y con una gran dosis de la extraordinaria suerte que se prodigó por los campos petrolíferos de hace unas pocas generaciones, la varita alcanzó considerable reputación. En su evolución, a lo largo de los años, la vieja varita de zahorí



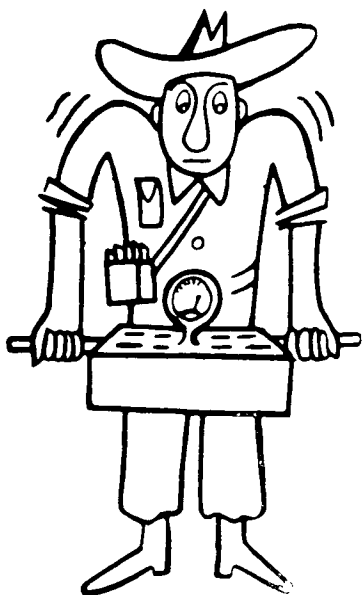
La horquilla clásica del zahorí era sensible al agua, o al petróleo, en manos apropiadas.

se vistió de accesorios e implementos, hasta adquirir algo de apariencia científica. Y así perdura hasta nuestros días.

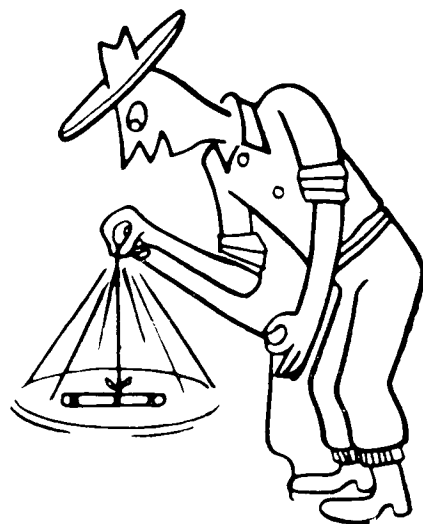
El «adivino científico» pende del hecho, admitido al menos por sus afiliados y devotos, de que existe una selecta fraternidad de hombres, dotados de un segundo sentido, con respecto al petróleo profundo. Algunos de estos genios no necesitan ni varita.

Desde el principio hubo los que «oían» el petróleo, gentes con la pretensión de que sus delicados órganos nasales eran capaces de percibir un depósito profundo sólo paseando por encima. La evolución inmediata y natural del «oledor» fué al tipo que experimentaba extremados dolores, provechosos para su bolsillo, cuando se aproximaba a un yacimiento de petróleo. Como consecuencia brincaba como un loco, acosado por el dolor, síntoma seguro del petróleo. Todavía existe dicho género, sin los brincos. Recientemente una Compañía petrolera recibió una carta de un extranjero que ofrecía sus servicios. Parece ser que sufría terrible dolores

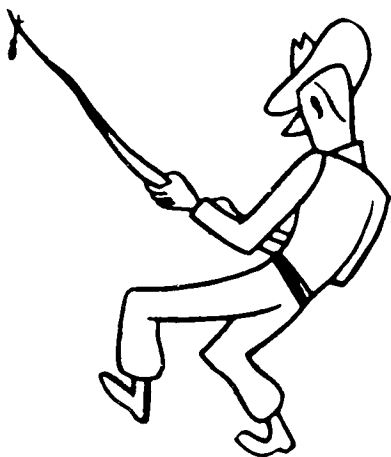




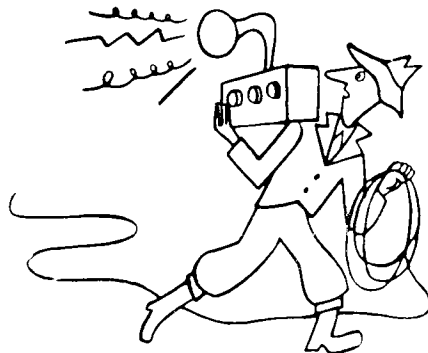
El amperímetro de este chisme se sirve de la gran conductividad del sujeto.



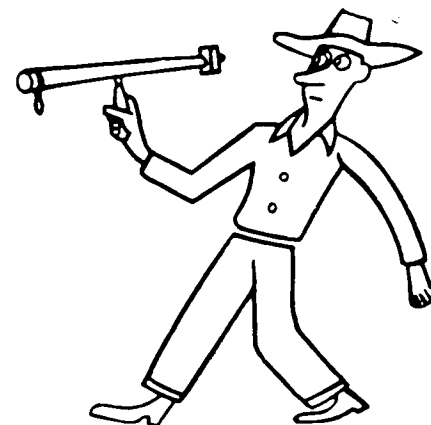
El tubo lleno de petróleo que gira y oscila en «presencia» de los crudos.



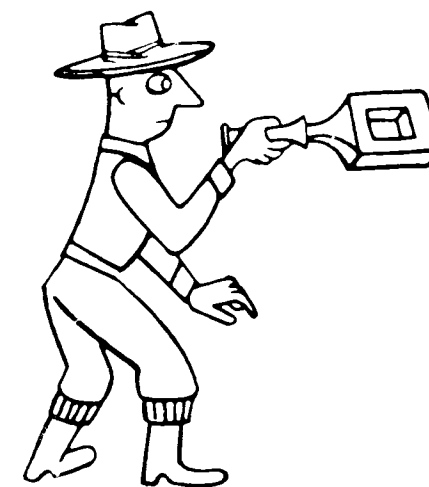
Una rama verde, con frasquito de petróleo como «cebo», adivinaba incluso campos distantes.



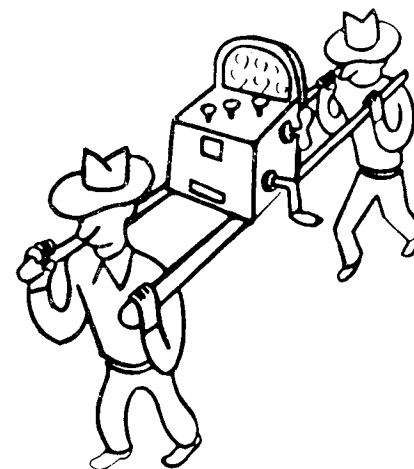
El altavoz anuncia mediante extraños ruidos, sólo inteligibles al operador, el hallazgo de petróleo.



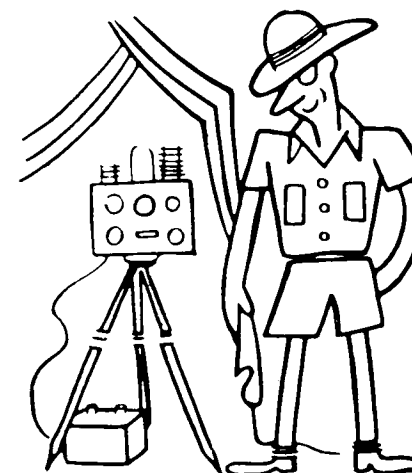
Las radiaciones del petróleo hacen girar horizontalmente este detector. La velocidad de la rotación indica al operador la profundidad y la densidad del aceite.



Este radioscopio se «activaba» mediante «ondas etéreas» originadas por las colisiones entre moléculas de petróleo.



Este aparato «doble» localizaba campos de petróleo, y en tarjeta impresa suministraba profundidad, extensión y producción.



Máquina que echaba chispas si existía petróleo (alguien encontró hilos sospechosos).

de estómago cuando pasaba sobre un yacimiento de petróleo... en coche.

Primo carnal de estos tipos era el que tenía su peso específico sintonizado con el petróleo. Al pasar sobre un campo petrolífero sus huellas eran doble profundas que las de personas menos dotadas.

Pero todos ellos sucumbieron a la inexorable marcha del progreso. Como los zahoríes de varita, también éstos podían oponer escasa competencia a los hallazgos científicos de geólogos, físicos, químicos y demás buscadores menos «etéreos». Así llegó a la vida el zahorí «científico» (doodlebugger).

Estos constituyen una fraternidad cerrada, la de los que prefieren las artes metafísicas, eso sí, sin manifestar desprecio por la ciencia, antes al contrario, ya que las versiones más recientes del zahorí se cubren de las más vistosas vestiduras científicas. Al principio tuvieron que luchar contra la idea de que la varita era, esencialmente, un instrumento para buscar agua. Entonces colgaron al extremo de la varita un frasquito con petróleo que tenía, naturalmente, una afinidad para el petróleo profundo. Esta tradición la conservan, hoy en día, muchos adivinadores más «científicos», que incluyen un recipiente con petróleo en su aparato. Hubo buscador que inventó uno cuyo secreto residía en la medida de ondas radiactivas que procedían, según él, del centro de la Tierra y a las cuales sólo él era suficientemente sensible.

Otros han medido ondas eléctricas, y la moda, ahora, son las ondas atómicas intraterráneas. Los ha habido tan avisados como uno, que no solamente localizaba el petróleo, sino que, para confundir a los escépticos, producía, en su aparato, una tarjeta en la que se podían leer la extensión y profundidad del campo, producción diaria en barriles y densidad del petróleo.

Todos los aparatos tienen esto en común: Sólo los inventores poseen sensibilidad suficiente para hacerlos funcionar, o para interpretar sus resultados. Lo que resulta una protección mucho más perfecta, para el inventor, que la que les pudiera proporcionar la patente estatal.»

Recibido el 2-V-1958.

## El problema de los anancoides

POR

FREDERIC-MARIE BERGOUNIOUX y FERNAND CROUZEL

FREDERIC-MARIE BERGOUNIOUX y FERNAND CROUZEL

Presentada por M. JEAN PIVETEAU (\*) (\*\*)

## EL PROBLEMA DE LOS ANANCOIDES

### R É S U M É

La découverte de quelques formes d'*Anancus* en Andalousie et en Catalogne fournit l'occasion d'étudier l'origine de ce Mastodonte brevirostre probablement africain dont les migrations se sont effectuées simultanément vers l'Est et l'Ouest.

### R E S U M E N

El descubrimiento de algunas formas de *Anancus* en Andalucía y en Cataluña dieron ocasión al estudio del origen de este Mastodonte brevirostre probablemente africano donde las migraciones han sido efectuadas simultáneamente hacia el Este y el Oeste.

Al revisar los Mastodontes neogenos de España, hemos estudiado algunos molares de forma anancoide, probablemente pliocenos. Tres de ellos provienen de la región andaluza, donde la edad de los yacimientos está aún bastante mal fijada. Estos son:

*Anancus arvernensis*, de Alcoy. (Plioceno inferior) (\*\*\*)

*Anancus arvernensis brevirostris*, de Alfacar.

(\*) C. R. de la Academia de Ciencias, Paris, 10 de marzo de 1958, tomo CCXLI, págs. 1580-1582.

(\*\*) Traducción por M.<sup>a</sup> Concepción López de Azcona. Licenciada en Ciencias Geológicas.

(\*\*\*) Nota del traductor. Alcoy es de la provincia de Alicante.

*Pentalophodon sivalensis*, de Alfacar.

Conviene agregar el *Anancus arvernensis* encontrado en la pequeña depresión del Ampurdán, al N. de Cataluña, cuya edad estará colocada en el Pontiense superior o en el principio del Plioceno. Parece, por consiguiente, que en el Plioceno inferior el grupo de Anancoïdes ha estado largamente representado en la Península Ibérica.

Se sabe que estos Mastodontes brevirrostrós están caracterizados por el decalaje y la disposición en forma de caballete de los elementos peritros y postperitros de los dientes yugales. Ocuparon durante el Plioceno tres grandes espacios, tanto en Europa central y occidental como en Asia (India y China).

En 1917, C. Schlesinger (1) los hizo derivar de *Tetralophodon longirostris* en ciertos ejemplares del Plioceno inferior de la Baja-Austria, presentando numerosos trazos de decalaje anancoïde. Su argumentación ha sido recientemente continuada por H. Zapfe (2), que ha estudiado un cráneo de Mastodonte *tetralophodon* del Plioceno inferior de la Baja-Austria y revela un cierto número de caracteres interesantes :

- 1) Ausencia de incisivos inferiores.
- 2) Alternancia (poco acusada) de los elementos de los molares.
- 3) Mandíbula con ramas horizontales poco abiertas y prominencias en forma de pico.
- 4) Defensas superiores rectas y casi paralelas.

Parece que la mayor parte de estos caracteres se encuentran más próximos del *Tetralophodon longirostris* que del *Anancus*, para el autor ; es lógico hacer de este cráneo una forma de transición entre *longirostris* y *arvernensis*.

Estos argumentos no nos han parecido contradictorios :

el único que tiene un valor probable es la disposición anancoïde de los elementos de los molares ; pero es poco acusado y se encuentra en numerosos grupos, como hemos tenido ocasión de mostrar (3-4). Por otra parte, los dientes de leche y los premolares del *A. arvernensis* están acanalados verticalmente, dando un desgaste de los repliegues ticoïdes ; en este caso, los mismos dientes están recubiertos por un esmalte liso en el *T. longirostris*. La variedad primitiva *brevirostris* del *A. arvernensis* posee una banda de esmalte sobre las defensas superiores, carácter desconocido en el *T. longirostris* y en las formas austríacas de paso.

Además, la opinión de Schlesinger fué establecida por dos circunstancias. En 1936, Osborn (5) hizo notar que el *Anancus properimensis* del Mioceno superior de la India era anterior a las formas de la Baja-Austria. Pero sobre todo, en 1945, C. Arambourg (6) determinó el *Proanancus macinnesi* del Mioceno del lago Victoria, de constitución *lophodonta* y de tipo netamente *anancoïde*. Parece, sin duda, que deriva del *Trilophodon angustidens kisumuensis*, que se encuentra en gran número en el mismo yacimiento y que presenta con él numerosos parecidos morfológicos. Parece estar claro que esta forma sea la antepasada de los *Anancus* verdaderos ; la dificultad sólo reside en la *trilophodontia* de la especie, pero ésta no es insuperable, puesto que la derivación de los *Tetralophodontos* a partir de los *Trilophodontos* parece indiscutible.

La distribución geográfica de los *Anancoïdes* incitó a Arambourg (6) a bosquejar una división en dos ramas : una exclusivamente europea y con dientes brachyodontos, la otra africano-asiática (con una forma europea), con dientes sub-hypsodontos. El examen atento de estas piezas estudiadas no permite lanzar esta distinción más allá de los

límites fijados por su autor. Es probable que el género *Anancus* sea monofilético, originario de África central, y que las dos corrientes de migración tengan su origen sólo en el género *Protanancus africanus*.

En cuanto a su existencia en España—y muy particularmente en Andalucía—, desde el Plioceno inferior, es probable que se efectuara por África septentrional, donde se conoce el *Anancus osiris* en el Plioceno inferior de Egipto y el Villafranquense de Algeciras y de Marruecos, y el *Pentalophodon sivalensis* en el desierto de *Sahali*, en Cirenaica (Mioceno medio a Plioceno superior) (7).

#### BIBLIOGRAFIA

- (1) SCHLESINGER, G.: *Denk. naturhist. Hofmus.*, I, págs. 124-128, Wien, 1917.
- (2) ZAPF, H.: *Neues Jb. Geol. u. Paleontol. Abh.*, 101, (3), págs. 382-406, Stuttgart, 1957.
- (3) COMITES RENDUS: 232, págs. 428-429, 1951.
- (4) — — 242, págs. 1.750-1.753, 1956.
- (5) OSBORN, H. F.: «*Amer. Mus. Nat. Hist.*», págs. 638 y 647, New York, 1936.
- (6) ARAMBOURG, C.: «*Bull. Soc. geol.*», (5), 15, págs. 479-495, 1945.
- (7) PETROCCHI, C.: «*A. C. Ac. nat. del XL*», IV (4-5), págs. 44-54, Roma, 1953.

Recibido el 30-V-58.

## Variedades enanas del *Trilophodon Pentelicus* en el neogeno de España

POR

FREDERIC-MARIE BERGONIOUX y FERNAND CROUZEL.

FREDERIC-MARIE BERGONIOUX y FERNAND CROUZEL (\*) (\*\*)

## VARIEDADES EXANAS DEL *TRILOPHODON* *PENTELICUS* EN EL NEOGENO DE ESPAÑA

### RÉSUMÉ

Les formes naines, se rattachant à *Trilophodon* (*choerolophodon*) *pentelicus* Gaudry, dans des gisements néogènes espagnols, donnent lieu à la création de deux nouvelles variétés: *minor* et *minimus* strictement localisées dans la péninsule ibérique.

### RESUMEN

Las formas enanas se limitan a *Trilophodon* (*choerolophodon*) *pentelicus* Gaudry, en los yacimientos neogenos españoles, dando lugar a la creación de dos nuevas variedades: *minor* y *minima* estrictamente localizadas en la Península Ibérica.

Dos molares de pequeña talla, que provienen de yacimientos neogenos de España, han llamado nuestra atención. Pertenecen el uno y el otro a la especie *Trilophodon* (*choerolophodon*) *pentelicus* (Gaudry (1856)). Esta forma es conocida por los cráneos de individuos jóvenes, llevando los molares de leche y algunas veces la muela intermedia (e igualmente por una  $M^2$  y una  $M_3$ ). Estos dientes están compuestos por numerosos conos y conillos dispuestos en desorden (*choerolophodontia*), con canalículos verticales a

(\*) C. R. de la Académie de Ciencias de Paris, 3 de marzo de 1958, tomo 246, págs. 1.450-1.452.

(\*\*) Traducción por M.<sup>ra</sup> Concepción López de Azcona, Licenciada en Ciencias Geológicas.

lo largo de los tubérculos, formando sobre la superficie de abrasión los repliegues ptycoides: un anancoide ocasional puede observarse a veces. Una cresta recurrente tiene una importancia excepcional; hacia adelante, el talón está siempre aserrado, el surco longitudinal está incompleto y a menudo ausente. Los incisivos superiores, de sección oval y anchos, son recubiertos hacia arriba y hacia el exterior.

1. *La variedad «menor»*.—El yacimiento de Condud está situado en el barranco de Las Calaveras, a 5 kilómetros al NE. de Teruel. Ha sido atribuido al Pikermiense (Pontiense superior), con una fauna de afinidades orientales.

El diente es un D<sup>3</sup> superior; no presenta el estrechamiento del D<sup>3</sup> del nivel de la misma colina; es casi rectangular, con el máximo ensanchamiento en la parte de atrás. La longitud es de 52 milímetros; el mismo diente en el *Trilophodon pentelicus* mide, por término medio, 69 milímetros de longitud y jamás tiene menos de 62 milímetros.

Por el conjunto de estos caracteres, este diente se acerca a la especie-tipo, pero sus dimensiones reducidas obligan a colocarlo en una nueva variedad: *menor*.

(Colección Crusafont-De Villalta, en Barcelona.)

2. *La variedad «mínima»*.—La depresión terciaria de Granada, ampliamente alargada del SO. al NE., está comprendida entre las localidades de Loja, de Alhama, de Granada y de Alfacar. El Helveciense marino ocupa casi la totalidad de la depresión; por encima de estos lechos se escalonan en discordancia los conglomerados marinos y salobres, las margas lignitosas o yesosas (fosilíferas de Alfacar), las margas arenosas continentales y las calizas lacustres de Alhama.

La edad de estos lechos todavía está mal precisada y es

objeto de estudio del R. P. Aguirre. Bajo su consejo, nos hemos situado provisionalmente en el complejo Pikermiense-Plioceno inferior en los depósitos de Alfacar, en los cuales se han encontrado los fósiles en curso de determinación. Sin embargo, se han reconocido: el *Testudo* sp., *Rhinoceros* sp., *Hipparion* sp., *Deinotherium* sp., de pequeña talla, *Anancus arvernensis*, la var. *Brevirostris*, el *Pentalophodon savalensis* y una pequeña forma que se relaciona con el *Trilophodon pentelicus*.

Esta última especie está representada por una M<sup>3</sup> superior de un individuo adulto donde las dimensiones son muy reducidas: no tiene más que 91 milímetros de longitud. Es muy ancha (55 mm.). Consta de 32 a 34 arístógenos agrupados en cuatro colinas y en el interior de los valles que rodean. El talón está bien despejado. La mayor parte de los tubérculos están estriados en sentido vertical y dan las figuras de desgaste plegadas (repliegues ptycoides). El surco medio apenas está bosquejado sobre las primeras colinas. Las raíces son numerosas, largas, divergentes y anastomosadas.

Es evidente que este diente adulto esté unido al *Trilophodon pentelicus* por la semejanza de sus caracteres, pero sus dimensiones son pequeñas, puesto que se sitúan a la mitad de camino entre *Phiomia* y *Trilophodon olisiponensis*, y no sobresalen más en la mitad de ellos de un diente similar a la especie-tipo. Si no se poseen, en efecto, todos los elementos de la dentadura de *Tr. pentelicus*, se sabe que la talla de esta especie se inclina sensiblemente sobre la de *Tr. angustidens*.

En estas condiciones, se debe considerar que se trata de una variedad enana: *mínima*.

(Museo de Historia Natural de Madrid.)

## CONCLUSIÓN

La presencia en España de formas pikermienses presentando afinidades orientales, no es extraña. M. Crusafont y sus colaboradores han demostrado, en efecto, que durante la última parte del Ponticense la región del Vallés-Penedés, aislada durante el Vallesiense (Ponticense inferior), estuvo en comunicación con el Rosellón y toda la parte Norte del borde mediterráneo; los cambios faunísticos citados fueron, por tanto, posibles (1). Una emigración de mastodontes no hace más que corroborar este punto de vista.

Es muy difícil de discernir el enanismo que representan estas formas pikermienses. Se sabe que son cuaternarias las islas del Mediterráneo e Italia peninsular, estuvieron habitadas por los elefantes enanos (2). No se puede indicar la insularidad para explicar esta anomalía de talla. Tal vez haga falta ver los resultados de factores internos: llegado al término de sus emigraciones europeas, el *philum Tr. pentelicus* había agotado sus potencialidades evolutivas: además, su aislamiento geográfico no les permitía el cruzamiento con animales más vigorosos. No es imposible también pensar que en esas regiones nuevamente pobladas, las condiciones del biotopo eran muy diferentes de las originarias del grupo (clima, flora silvestre y herbácea). La especie, representada por las pequeñas manadas rápidamente aisladas, no pudieron más que vegetar antes de desaparecer tan rápidamente. Esta es la impresión que dan algunos esqueletos que no se encuentran más que en el Plioceno medio y al otro lado de la zona costera (o sub-costera) mediterránea de la Península Ibérica.

## BIBLIOGRAFÍA

- (1) CRUSAFONT, M.: «19 Congrès Int. Alger», fase. 13, págs. 119-123, 1954.  
 (2) LEONARDE, P.: «Estudios geológicos», (I.N.I.), 18, pgs. 257-284, Madrid, 1953.

Recibido el 30-V-58.



Yacimientos fosilíferos del Mioceno continental  
en la provincia de Albacete

PRIMERA PARTE

POR

JOSE DE LA REVILLA e INDALECIO QUINTERO

JOSE DE LA REVILLA E INDALECIO QUINTERO

## YACIMIENTOS FOSILÍFEROS DEL MIOCENO CONTINENTAL EN LA PROVINCIA DE ALBACETE

### RESUMEN

En esta nota se ocupan los autores de cuatro yacimientos del Pontense, que consideran de los más importantes encontrados hasta ahora en el Mioceno continental español.

Contiene este trabajo un breve bosquejo geológico, listas de fósiles correspondientes a dos de los yacimientos, una lámina con alguna de las especies encontradas, aclaración a las figuradas y descripción de un nuevo *Helix*.

Al efectuar los trabajos de campo para la confección de la Hoja Geológica de Casas Ibáñez (Albacete) núm. 744, escala 1:50.000, próxima a su publicación, los Ingenieros Dupuy de Lôme y Trigueros encontraron los yacimientos fosilíferos que más adelante reseñamos. De ellos trajeron al Laboratorio de Paleontología de este Instituto bastantes ejemplares magníficamente conservados, y nos animaron a una nueva visita a la zona con el fin de efectuar una recogida sistemática de los mismos y obtener así abundante material para el estudio de las diferentes especies.

### SITUACIÓN Y GEOLOGÍA

Hemos reconocido cuatro yacimientos que consideramos muy interesantes, sobre todo uno de Planorbis y dos de

Melanopsis, que creemos son de los más importantes encontrados hasta ahora en el Mioceno continental español, no sólo por la gran cantidad de fósiles que hay en ellos, sino también por su buen estado de conservación. Todos ellos pertenecen al Pontiense.

Tres de estos yacimientos se encuentran en la profunda hoz del Júcar, en las proximidades de Alcalá del Júcar, y otro al iniciarse la bajada al valle del Cabriel, en la zona Norte de la Hoja, por la carretera de Casas Ibáñez a Villatoya, cerca de la Fuente del Viso.

El río Júcar ha excavado un profundo y bello tajo que deja al descubierto la gran potencia del Pontiense en la zona ( lám. I).

Los bancos superiores constituyen la típica caliza pontiense de los páramos, con abundantes restos fósiles. Conforme vamos bajando en la serie, los bancos de caliza suelen hacerse más delgados y mayores las intercalaciones arenosas.

Debido a la diferente dureza de los mismos, pueden observarse perfectamente los distintos bancos, y a causa de su completa horizontalidad pueden seguirse en una gran distancia.

En la parte baja del conjunto, ya casi a la altura del río, las intercalaciones suelen ser margosas; algunas de color casi negro por su alto contenido en materia carbonosa.

En algún punto del fondo se ve descansar directamente las calizas pontienses discordantes sobre las cretáceas, debido sin duda al largo período de emersión que comienza en el Cretáceo superior y que trae como consecuencia la ausencia de sedimentos paleógenos y depósitos miocenos inferiores al Mioceno superior.

En el yacimiento de Melanopsis del Norte (Fuente del Viso) el Mioceno superior se continúa por el Tortoniense-Sarmatiense margo-arcilloso, hasta el fondo del valle del Cabriel.

#### PALEONTOLOGÍA

De los tres yacimientos próximos a Alcalá del Júcar, el situado en el nivel más bajo contiene abundancia de *Helix* y pequeño número de otros géneros. Le llamamos por esta razón «Nivel de *Helix*».

Por encima de éste hemos visto otro, en el que hay una gran cantidad de *Planorbis*. Lo designaremos, por este motivo, «Nivel de *Planorbis*».

Finalmente, existen otros dos yacimientos, más altos, con abundancia extraordinaria de *Melanopsis*, que denominaremos «Nivel de *Melanopsis*».

Nos ocuparemos brevemente de cada uno de estos niveles.

#### NIVEL DE *HELIX*

Se encuentra el yacimiento de dicho nivel en las proximidades de Alcalá del Júcar, entre los kilómetros 2 y 3 de la carretera a Albacete. Hemos recogido las siguientes especies:

*Helix christoli*, Math.

*Helix jucarensis* nov. sp.

*Hydrobia (Belgrandia) deydieri*, Dep. Sayn. (pocos).

*Limnaea bouilleti*, Mich. (abundantes).

*Planorbis thiollierei*, Mich. (pocos).

*Melanopsis* (19 ejemplares en estudio).

## ACLARACIONES A LAS ESPECIES FIGURADAS

*Hydrobia (Belgrandia) deydieri*, Dep. Sayn.

Lám. II, Figs. 1-2.

Algunos de los pocos ejemplares recogidos son de tamaño normal, pero la mayoría apenas alcanzan la mitad. Son raros los que presentan claramente varices en la última vuelta.

*Limnaca bouilleti*, Mich.

Lám. II, Figs. 3-4.

De los 85 ejemplares que poseemos hay 35 completos y perfectamente conservados en los que se aprecia las estrías de crecimiento y las demás características propias de la especie.

*Planorbis thiollieci*, Mich.

Disponemos de unos 50, bien conservados.

*Melanopsis*.

Sólo tenemos 19 ejemplares, que estudiaremos juntamente con los recogidos en los dos yacimientos que hemos denominado «Nivel de Melanopsis».

*Helix christoli*, Math.

Lám. II, Figs. 5-7.

En el yacimiento que nos ocupa es muy abundante esta especie, con las bandas coloreadas bien visibles en algunos ejemplares, en otros parcialmente borradas, y en la mayoría inexistentes o muy difusas.

*Helix jucarensis* nov. sp.

Lám. II, Figs. 8-10.

Dimensiones:  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Diámetro, de 6 mm. a 12,5 mm.} \\ \text{Altura, de 3,5 mm. a 7 mm.} \end{array} \right.$

Concha de pequeño tamaño, con finas estrías de crecimiento; espira deprimida compuesta de cinco vueltas casi planas, ápice obtuso y poco elevado. Se observa en ella dos bandas coloreadas en la parte inferior y una quilla más o menos redondeada que recorre el contorno de la concha. En la última vuelta se distinguen claramente tres bandas coloreadas, de las cuales hay una casi en la quilla y, finalmente, otras tres por cada vuelta de espira, si bien la última está recubierta en parte por la vuelta siguiente y resulta poco visible. La boca es oblicua, con el borde externo cortante y redondeado. Esta especie es muy semejante al *Helix galinói*, Mich., pero se diferencia de éste en el tamaño (mucho menor en el nuestro), en la existencia de bandas coloreadas y en la forma de la quilla, más redondeada y sin las depresiones que la bordean en aquél.

Entre los muchos *Helix* recogidos, hay unos que en su forma son iguales al *H. christoli*, y cuyas bandas coloreadas son iguales en número y disposición a las del *H. jucarensis*. No tienen quilla y su tamaño es algo menor que el primero y mayor que el segundo. Creemos debe ser una forma de tránsito de uno a otro.

## NIVEL DE PLANORBIS

El yacimiento está situado entre los kilómetros 47 y 49 de la carretera de Venta de la Vega a Casas Ibáñez. Hemos de insistir en la abundancia extraordinaria de *Planorbis* que existen en él, como puede apreciarse en la lámina II, figura 13, y con ellos aparecen las siguientes especies:

*Hydrobia (Belgrandia) deydieri*, Dep. Sayn. (pocas).

*Hydrobia dubia*, Schlosser (pocas).

*Helix christoli*, Math. (muy pocos).

*Planorbis thiollierei*, Mich. (abundantísimos).

#### ACLARACIONES A LAS ESPECIES FIGURADAS

*Hydrobia dubia*, Schlosser.

Lám. II, Figs. 11-12.

Esta especie, en el yacimiento de que tratamos, está representada por individuos en general mucho más pequeños que los figurados por Royo.

*Planorbis thiollierei*, Mich.

Lám. II, Figs. 14-15.

Aunque los hay de diversos tamaños, predominan los grandes, que llegan a alcanzar 37 milímetros de diámetro y 11 milímetros de espesor.

Todos los ejemplares recogidos, entre los que figuran algunas de las variedades ya señaladas por Royo, muestran un perfecto estado de conservación, que permite observar con claridad sus caracteres específicos.

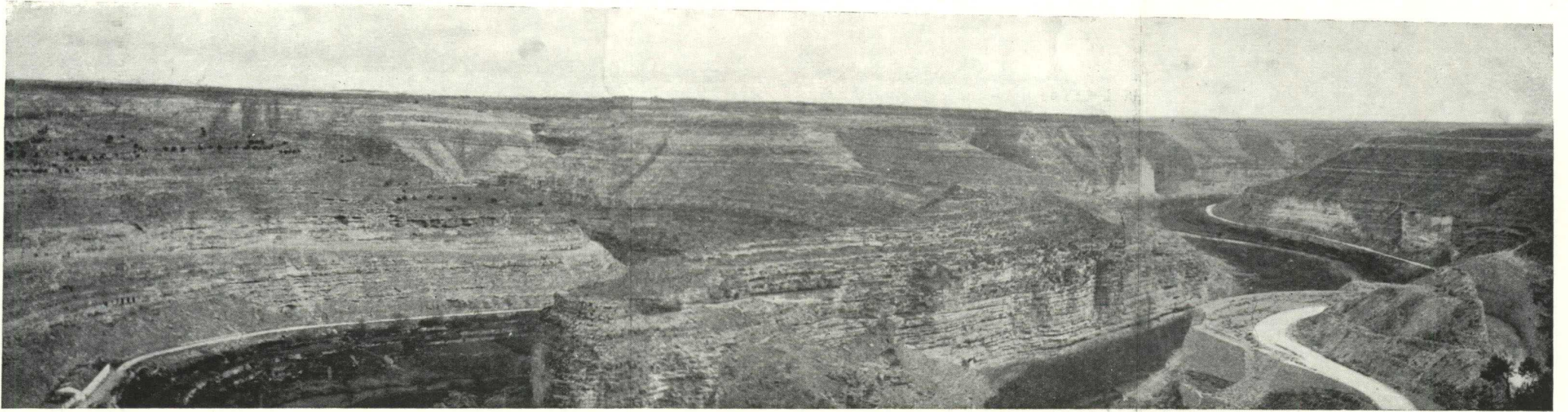
#### NIVEL DE MELANOPSIS

Dada la gran cantidad de material recogido y diversidad de especies que tenemos en estudio, trataremos del mencionado nivel en otra nota próxima.

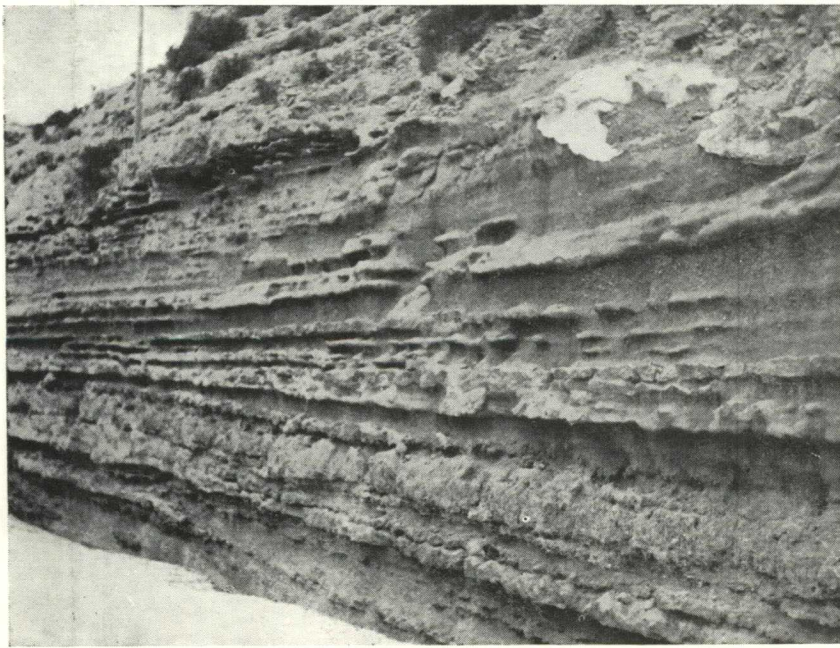
Recibido 10-6-52.

#### BIBLIOGRAFÍA

1851. SANDBERGER: *Die Land und Süßwasser conchylien der Vorwelt*.  
1922. ROYO: *El Mioceno continental Ibérico y su fauna malacológica*.  
1931. *Memoria explicativa de la Hoja de Teruel*.



Tajo del Júcar en el Pontense



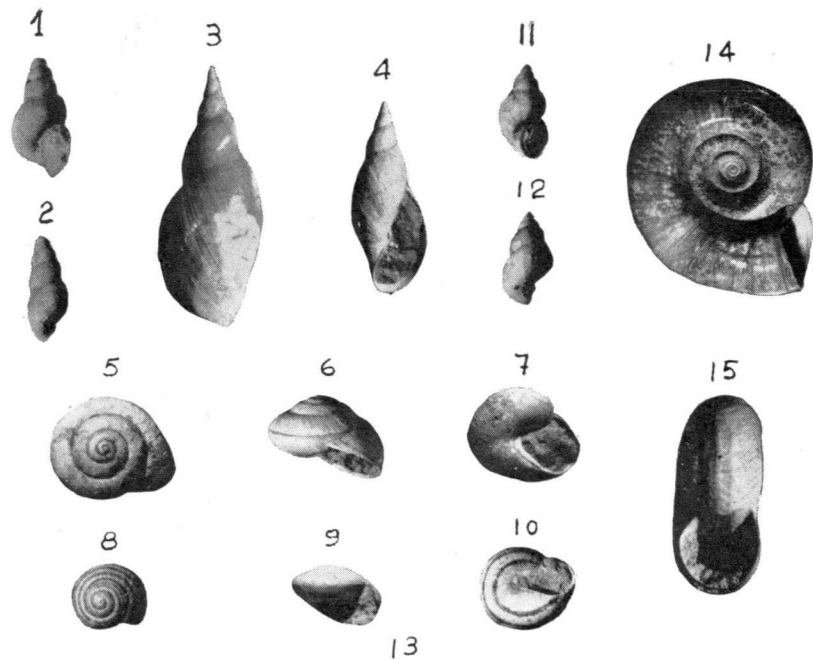
Vista parcial del yacimiento de Planorbis



Yacimiento de Melanopsis, próximo a la Fuente del Viso



Lám. II



1-2.—*Hidrobia* (*Belgrandia*) *deydieri*, Dep. Sayn.  $\times 3$ .  
 3-4.—*Limnaea* *bouilleti*, Mich.  $\times 1,25$ .  
 5-7.—*Hélix* *christoli*, Math. Algo aumentado.  
 8-10.—*Hélix* *jucarensis*, nov. sp. Algo aumentado.  
 11-12.—*Hidrobia* *dubia*, Schlosser.  $\times 3$ .  
 13.—Detalle del yacimiento de *Planorbis*.  
 14-15.—*Planorbis* *thiollierei*, Mich.  $\times 1,25$ .

Nota preliminar sobre las «Calizas con Alveolinas  
y Nummulites» de la vertiente Sur de los Pirineos

POR

M. JEAN-PHILIPPE MAUGIN



M. JEAN-PHILIPPE MAUGIN (\*) (\*\*)

NOTA PRELIMINAR SOBRE LAS «CALIZAS  
CON ALVEOLINAS Y NUMMULITES» DE LA  
VERTIENTE SUR DE LOS PIRINEOS

R É S U M É

Dans le domaine occidental du Nummulitique Sud-pyrénéen, les Alveolines ne se présentent qu'en faciès calcaire de caractère subré-  
cital, en des points où la structure amène des hauts fonds et ne se  
trouvent qu'à l'état romané dans les faciès latéraux. Si leur valeur  
stratigraphique n'est donc que relative, elles constituent, dans la ré-  
gion étudiée, de précieux indices d'une émergence prochaine ou jalon-  
nent les lignes de hauts fonds à un moment donné, précisant ainsi la  
paleogéographie. Une étude plus poussée de ces paleobiotopes sera  
donnée ultérieurement.

Se ha representado siempre el Eoceno medio de la ver-  
tiente Sur de los Pirineos por las «calizas con Alveolinas y  
Nummulites», término que agrupa los niveles comprendi-  
dos entre el «Ypres-Luteciense inferior» al Luteciense su-  
perior. Este esquema, tan sencillo, no es válido más que  
para la zona oriental de la cadena y ya fué desmentido en  
numerosos puntos por los trabajos recientes de geólogos  
españoles (Almela y Ríos, 1953). En la zona occidental,

(\*) C. R. de la Academia de Ciencias, t. CCXLVI, págs. 1.234-  
1.237, sesión del 24 de febrero de 1958.

(\*\*) Traducción por M.<sup>a</sup> Concepción López de Azcona, Licenciada  
en Ciencias Geológicas.

la realidad es igualmente diferente: aquí, del meridiano de Burgos al del Monte Perdido, existen dos niveles de calizas con Alveolinas. El modo de sedimentación, la repartición en el tiempo y en el espacio, suministran los puntos más interesantes de la geología pirenaica.

A) La primera unidad de calizas con Alveolinas proviene de los pisos Thanetiense y Cuisiense. Afloran sobre todo al O. de la zona estudiada, por ejemplo, en las depresiones de Villarcayo y Miranda (Burgos).

Sucediendo a un Cretáceo terminal de tipo muy nerítico, verdaderamente continental, los primeros horizontes del Eoceno inferior están representados por las dolomías, luego las calizas con algas. Siguen las calizas con Alveolinas, blancas, puras, de origen exclusivamente talasógeno. En asociación con otros Foraminíferos bentónicos, que será cuestión de estudio más extenso, las Alveolinas forman la mayoría de la fauna, llegando a ser algunas veces el componente esencial de la roca. Estos niveles se terminan con la aparición de un importante aporte de cuarzo, en fragmentos y en pequeños cantos redondeados, que terminan por saturar la roca caliza y forman, por debajo de ella, un horizonte gredoso. Las Alveolinas, continúan en estas calizas gredosas, y la greda está claramente modificada. Los niveles marinos están, por tanto, situados en una espesa serie continental. Esta sucesión recuerda la de la vertiente meridional de la Montaña Negra.

Donde existen los pisos Thanetiense y Cuisiense no se encuentra la facies «caliza con Alveolinas», que en las zonas de final del Cretáceo, y en la base del Eoceno inferior, están representadas por depósitos continentales o epicontinentales. En otros lugares, como en la Alta-Navarra o en Huesca, en las zonas donde la sedimentación fué conti-

nua, sobre un fondo subsidente, el Eoceno inferior es margoso en su totalidad en el Cretáceo superior, con Foraminíferos pelágicos característicos (Truncorotalidos, Globigerinidos, etc.), y no están cortados más que por escasos bancos de calizas margosas *sin Alveolinas*. En estas facies, las Alveolinas no aparecen más que *modificadas y en los bordes mismos de las formaciones calizas de origen*.

Se impone, por consiguiente, la idea de la adaptación estrecha del género *Alveolina* a un biotipo muy particular; todo ocurre como si el género no proliferara más que *en agua caliente, muy poco profunda*, algunas veces después de una preparación fisicoquímica de agudas calizas y algas (Termier, 1952); es decir, *en un biotipo de carácter arrecifal. Las Alveolinas, que han contribuido con su masa o con su modo de vida a elaborar una formación caliza, se asimilan, por consiguiente, con un juicio amplio, naturalmente, a los organismos constructores*.

B) Esta situación se repite en lo que concierne a la segunda unidad caliza que es la luteciense y se encuentra repartida en el dominio de las «sierras de los Bajos Pirineos» (homólogo a los Pequeños Pirineos), lo mismo que los de la zona axial de los alrededores de Jaca o del Monte Perdido. No se superpone más que muy raramente al anterior, a veces por el intermedio de una interrupción en la sedimentación. Aquí, *sobre la facies continental del Garumnense, es donde se depositan las calizas con Alveolinas*. El Garumnense, representado por las arcillas rutilantes, cortadas de horizontes de calizas lacustres, pasan lateralmente, fuera de los grandes fondos, a las facies marinas; representan el Maestrichtiense y el Eoceno inferior entero. Estas calizas con Alveolinas, por consiguiente lutecienses, compuestas por Nummulites ya de gran talla, están uniformemente ta-

lasogenadas, algunas veces ligeramente cargadas de materia orgánica. Terminan en una superficie endurecida o son recubiertas de una importante cantidad de margas azules del Eoceno superior.

En los dos casos, sobre todo en el primero, la analogía con un biotipo de carácter arrecifal es evidente. El espesor muy variable de estas formaciones calizas, que adoptan a menudo la apariencia de lentejas, la repartición exclusiva sobre los grandes fondos o los terrenos recientemente inundados, o al menos sucediendo a los biotipos con algas, la ausencia casi completa, en estas formaciones, de fauna típicamente pelágica, el fin casi brutal de estas «colonias» por un aporte repentino de material terrígeno, son los caracteres comunes con los arrecifes de políferos. El resto, ya frecuentemente comprobado, son los tránsitos entre una y otra formación (región al Sur de Vitoria, cima de Urbasa).

La *Alveolina* parece ser sobre todo un fósil de facies; sin embargo, en el interior mismo de esta facies es posible trazar las grandes líneas de una estratigrafía que será suficiente por paralelismo entre las formaciones idénticas, pero desgraciadamente inutilizable en los otros terrenos. La gran rareza, en este medio, de Foraminíferos pelágicos característicos, me ha retrasado durante bastante tiempo el establecimiento de correlaciones con las facies vecinas. A veces aparecen algunas especies de Nummulites, pero se ha comprobado cada vez más que el valor estratigráfico preciso de este fósil deja mucho que desear. Es por esto por lo que sistemáticamente lo he apartado de este breve estudio.

Estas observaciones parece se pueden aplicar, en los terrenos del Pirineo, y para la facies considerada, la excelente escala publicada en 1937 por M. Reichel repitiendo,

en casos parecidos, la creación de múltiples horizontes, fundados en una abundancia de especies, inscritas sobre todo en el cuadro de las investigaciones de la Paleontología pura, no proporciona ninguna ayuda para la estratigrafía del terreno.

A la escala propuesta por M. Reichel, no agrego más que los dos grupos de precisión siguientes:

1.º Ciertos Foraminíferos, generalmente de gran tamaño, acompañan las principales especies de Alveolinas y doblan su valor estratigráfico para el medio dado:

a) El Thanetiense, con el grupo de *A. ovulum* Stache se presenta a menudo la *Falloiella alavensis* Mangin, que marca la parte superior del piso.

b) Hacia la mitad del Cuisiense aparece con *A. oblonga*, y sus satélites flosculinizados *Opertorbitolites douvillei* Nutall. Al final de este piso, las calizas de Alveolinas sufren una emersión y falta el término del tránsito con las especies lutecienses de *Orbitolites s. s.*

c) Al Luteciense, acompañan las formas alargadas del grupo *A. elongata* de Orbitolinas, dos Foraminíferos señalan la mitad del piso: *Orbitolites complanatus* Lamarek y *Fabiania* cf. *F. cubensis* Cushman y Bermúdez. En la zona estudiada, jamás he encontrado formaciones calizas con Alveolinas después del Luteciense, donde parece que se termina el género Alveolina con la *A. gigantea* Checchia.

2.º La especie *Alveolina subpyrenaica* Leymerie, que aquí no se encuentra más que raramente en compañía de *A. oblonga* en las calizas cuisenses, se encuentra, por el contrario, frecuentemente en la base del nivel luteciense con las primeras formas alargadas del grupo *A. elongata*. Como las dos masas calizas se suceden en los tiempos y

también en los espacios a causa del avance hacia el S. y el E. del mar transgresivo luteciense, la hipótesis no excluye un paso, donde los términos no sean aquí visibles, entre la *A. oblonga* y la *A. subpyreneica*.

En resumen, en el dominio occidental del Nummulítico Sud-pirenaico, las Alveolinas no se presentan más que en la facies caliza de carácter subarrecifal, en los puntos donde la estructura tiene grandes fondos y no se encuentran más que en estado modificado en las facies laterales. Si el valor stratigráfico no es, por consiguiente, más que relativo, constituyen, en la región estudiada, preciosos indicios de una emersión próxima al jalonnement de las líneas de grandes fondos en un momento dado, precisando así la paleogeografía. Se dará un estudio más detallado de estos paleobiotopos.

Recibido el 3-VI-58.

## Geología regional del país Circum-Mediterráneo

POF

H. D. KLEMMÉ

H. D. KLEMME (1)

## GEOLÓGIA REGIONAL DEL PAIS CIRCUM-MEDITERRANEO (2)

### ABSTRACT

Paleogeographic evidence suggests the presence of five major tectonic elements in the Circum-Mediterranean region. Starting from either the Afro-Arabian or Eurasia neontinental masses these tectonic units are: (1) shield or craton areas bounded by (2) marginal troughs of relatively low mobility, uniformly filled with normal sediments; (3) geanticlines or upwarps with a thin sequence of sediments, which generally separate the marginal trough from (4) internal troughs filled with a variable thickness of highly plastic sediments and zones of initial ultrabasic activity which were arcuate to (5) nuclei or minor cratons which furnished plastic sediments to the internal troughs.

Nuclear areas in the Turko-Balkan region and in the western Mediterranean grew progressively outward by incorporating the folds which developed from a series of internal troughs bordering the nuclei. The high mobility of the internal troughs displayed in parts of the Taurus, Oros-Pindos, southern Alps, northern and southern Apennines, Tellian Atlas, and Pyrenean foothills—has resulted in a variety of surficial gravity slides caused by the initial plasticity of the sediments rather than intense crustal shortening or buckling. The shield areas of Afro-Arabia and Fennoscandia have enlarged their cratonic dimensions by the «welding»

---

(1) American Overseas Petroleum Limited.

(2) Traducción directa, por J. M. Ríos, del original en inglés, titulado «Regional Geology of Circum-Mediterranean Region», aparecido en el «Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists» volumen XLII, núm. 3, part. 1.ª, págs. 477-512, Marzo 1958. La publicación en versión española ha sido autorizada expresa y amablemente, tanto por el autor como por los editores del «Boletín de la A. A. P. G.».

and incorporation of successive marginal troughs. The relatively competent sediments of the uniform marginal troughs, when orogenically deformed and later exposed by epeirogenic uplift, as in the Saharan, High and Middle Atlas, and the Iberian Range, produce normal structural types oriented parallel with the configuration of preceding trough trends. In the marginal troughs both deformational intensity and local structural trends seem to be related to the original thickness of sediments and trough orientation, whereas in the internal troughs these features are in many places unpredictable.

Outward growth of the continental areas and the arcuate expansion of the nuclei have shifted the two trough types toward each other. This convergence has tended ultimately to fill in the thin crust of the Tethyan area creating a cratonic-like aspect. When the pattern of this postulated tectonic framework is related to current concepts of earth deformation, conclusions drawn from the Circum-Mediterranean region seem to be contrary to the majority of the theories, although at various stages of the orogenic cycle there are analogies to all the proposed concepts.

#### RESUMEN

Por lo que se sabe de la paleogeografía del país circummediterráneo, se puede deducir la existencia de cinco elementos tectónicos de orden mayor en esa área. A partir, bien sea de las masas continentales afroárabe o eurasiática, estas unidades tectónicas son: 1) áreas de escudo o cratón limitadas por 2) surcos marginales de movilidad relativamente reducida, rellenos uniformemente por sedimentos normales; 3) geanticlinales o deformaciones convexas de serie stratigráfica delgada, que generalmente establecen la separación entre los surcos marginales y 4) las cubetas internas rellenas por espesores variables de sedimentos de gran plasticidad y zonas de actividad inicial ultrabásica; estas cubetas arquearon hasta constituir 5) núcleos o cratones suministradores de sedimentos plásticos a los surcos internos.

Las áreas nucleares de la región turco-balcánica y del

Mediterráneo occidental crecieron progresivamente hacia el exterior, por anexión de pliegues desarrollados en una serie de surcos o cubetas internas, marginantes de los núcleos. La gran movilidad de los surcos internos, puesta de manifiesto en zonas del Taurus, Olnos-Pindos, Alpes meridionales, Apenninos septentrional y meridional, Atlas de Tell y Cordilleras Subpirenaicas, tuvo como consecuencia una gran variedad de deslizamientos gravitativos superficiales, originados por la plasticidad inicial de los sedimentos más que por un acortamiento cortical intenso u ocasionados por abombamiento. Las áreas de escudo de Afro-Arabia y Fennoscandia ampliaron sus dimensiones cratónicas por «soldadura» e incorporación de sucesivos surcos marginales. Los sedimentos, relativamente competentes, de los uniformes surcos marginales, cuando están deformados orogénicamente y puestos de manifiesto después por alzamiento epirogénico, como en los Atlas Alto, Medio y Sahariano y las Cordilleras Ibéricas, producen tipos normales de estructuras, orientadas paralelamente con respecto a la configuración de los surcos preexistentes. En los surcos marginales las directrices, tanto de las intensidades de deformación como de las estructuras locales, parecen estar en relación con los espesores originales de los sedimentos y con la orientación de los surcos, mientras que en los surcos internos estas características son, en muchos sitios, impredecibles.

El crecimiento externo de las áreas continentales y la expansión arqueada de los núcleos han aproximado, uno a otro, los dos tipos de surcos. Convergencia que ha tendido finalmente a rellenar la delgada costra del área de Thetys, imprimiéndole un aspecto de índole cratónica. Cuando establecemos la relación entre este esquema tectónico que pro-

ponemos y los conceptos al uso respecto a la deformación terráquea, las conclusiones a que llegamos respecto a la región circum-mediterránea parecen ser contrarias a la mayor parte de las teorías, aunque en determinadas etapas del ciclo orogénico éstas manifiestan analogías con respecto a los conceptos que propugnamos.

### INTRODUCCIÓN

Este artículo presenta los resultados de un estudio de la geología regional de los países circum-mediterráneos que ocupan la región de Tethys, entre Europa y Africa Central. Los elementos tectónicos principales han sido trazados, utilizando el conocimiento stratigráfico de que se dispone actualmente, lo que ha permitido establecer los mapas isopacos-paleogeográficos y de litofacies correspondientes a los grandes acontecimientos deposicionales. Después se relaciona la estructura regional del Mediterráneo con el crecimiento evolutivo del marco tectónico. Finalmente, se discuten el esquema de crecimiento paleogeográfico y los tipos estructurales resultantes a la luz de los conceptos habituales que conciernen a los movimientos terráqueos de orden mayor.

### ELEMENTOS TECTÓNICOS

Entre las zonas interiores de las masas continentales de Eurasia y Afro-Arabia hay una zona móvil, arrumbada de E.-O., ocupada por cinturones de montañas mesozoicas y terciarias y por los mares interpuestos. Esta zona móvil sigue la orientación de Tethys, aquel ámbito marino eura-

siático desarrollado desde fines del Paleozoico hasta el Terciario, dentro del cual se depositaron los diferentes y variables espesores sedimentarios reflejando las diversas unidades tectónicas de orden mayor. El esquema de sedimentación, tal como se pone de manifiesto en la región mediterránea, incluye cinco elementos tectónicos de categoría fundamental.

1) *Áreas de escudo*: Son unidades tectónicas de orden continental de dimensiones, esencialmente estables (hedrocratones, según Kay), que han sido teatro, en diversas épocas, de erosión activa y de sedimentación de cuenca y plataforma. Las áreas de escudo han sido suministradoras de depósitos clásticos y carbonatados, sedimentados en las zonas marginales exteriores.

2) *Surcos marginales*: Que se desarrollan a lo largo de las márgenes externas del escudo o cratón. Según la clasificación que Stille hace de los geosinclinales, los surcos marginales del Mediterráneo pudieran ser clasificados, en sentido lato, como miogeosinclinales. Sin embargo, los surcos marginales poseen también características que, localmente al menos, exigirían ser clasificadas como eu-geosinclinales (vulcanismo cretáceo activo en Egipto), exo-geosinclinales (sedimentos, no de escudo, durante el Cretáceo, en zonas de Siria y Argelia), paraliogeosinclinales (hundimiento a lo largo de las márgenes continentales durante el Triásico y el Cretáceo, en Argelia y España) y tafro-geosinclinales (aéreas de desgarré, en Africa). Sedimentos de aguas someras se depositaron en los surcos marginales cercanos al escudo, pero pasan a sedimentos de aguas profundas a lo largo del eje del surco. Durante diversas épocas de su desarrollo, las zonas de mayor acumulación se desplazaron, en su localización, a lo largo del eje del surco. Aunque

estas zonas simularon cuencas durante determinados estadios evolutivos, los conjuntos se integran, eventualmente, en un surco linear.

3) *Geanticlinales*: Exteriormente a la zona axil del surco marginal, existen, en muchas localidades, áreas de deposición relativamente delgada, a lo largo de las cuales un alzamiento prolongado desarrolló variaciones de facies marginales y discordancias. Se ha denominado geanticlinales a estas áreas porque, donde quiera que hayan existido, parecen representar abombamientos estructurales, o barreras ubicadas entre los surcos marginales y los internos.

4) *Surcos internos*: Más allá de los surcos marginales y de los geanticlinales existen, en las zonas internas de la región mediterránea, surcos relativamente estrechos, que contienen facies comprendidas entre los tipos predominantemente carbonatados y los clásticos, predominantemente oscuros, por ejemplo, grauwackas, flysch y arcillas silíceas. Geanticlinales de orden menor se han desarrollado localmente a lo largo de los ejes de los surcos internos, a los que dividen en dos surcos menores. En el Mediterráneo los surcos internos pueden clasificarse, en líneas generales, como eu-geosinclinales dentro de una zona ortogeosinclinal. Localmente, y en diversas épocas, los surcos internos asemejan mio-geosinclinales (Cretáceo de Túnez) y exo-geosinclinales (Áreas Béticas de España meridional y Marruecos antes español).

5) *Núcleos*: La mayor parte de los sedimentos de los surcos internos fueron obtenidos de las elevadas áreas de rocas paleozoicas metamórficas, intruídas por rocas plutónicas, que oscilan entre las peridotitas y los granitos, y que fueron sucedidas después por extensas extrusiones de vol-

cánicas. Estas áreas son núcleos según la definición de Umbgrove. Sedimentos de tipo plataforma se depositaron intermitentemente en los núcleos inmediatos a los surcos internos. Algunos de los núcleos se hundieron posteriormente y pasaron a convertirse en el asiento de acumulaciones, relativamente potentes, de sedimentos en las cuencas terciarias.

Se resumen a continuación las características físicas de los dos tipos de surcos (2) y (4), previamente descritos, y los efectos de sus diferencias, según se ponen de manifiesto en los tipos estructurales resultantes.

<i>Surcos marginales</i>	<i>Surcos internos</i>
<i>Características físicas</i>	
1) Alimentación predominante procedente de escudo.	1) Alimentación predominante procedente de núcleo.
2) Series carbonatadas-ortocuar-citosas.	2) Carbonatos en alternancias con grauwackas, flysch y radiolaritas.
3) Esencialmente <i>mio-geosinclinal</i> , pero con reminiscencias locales, en diversas épocas, del tipo eu-geosinclinal (Egipto), exo-geosinclinal (Siria), paraliogeosinclinal o tafro-geosinclinal (Argelia) y auto-geosinclinal (Siria).	3) Esencialmente <i>eu-geosinclinal</i> , pero con reminiscencias locales, en diversas épocas, de tipo mio-geosinclinal (carbonatos), exo-geosinclinal (Riff-Béticas) y epieugeosinclinal (depresiones de trasfosas).
4) Espesor conjunto de 5.000-8.000 mts. (uniforme).	4) Espesores compuestos de 1.700-11.700 mts. (variables).
5) Siguen los márgenes de los escudos.	5) La expansión de los núcleos origina esquemas arqueados.



*Surcos marginales**Surcos internos**Características físicas sigue*

- |   |   |
|---|---|
| 6) Ofrece alzamientos de bloque y cuña, pliegues lineares asimétricos, cabalgamientos, con escasos deslizamientos gravitativos, diapirismo. | 6) Ofrece pliegues gravitativos de escala entre regional y local (tipo de intrusión inicial, tipo de levantamiento orogénico, tipo de levantamiento y basculamiento, tipo de retrodeslizamiento tardío), Fallamiento, diapirismo. |
| 7) Escasas ultrabásicas, si es que las <b>hay</b> .   | 7) Rocas ultrabásicas, al principio.  |

*Características resultantes*

- |   |  |
|---|--|
| 8) Rigidez relativa, baja movilidad.  | 8) Generalmente plástico, gran movilidad.  |
| 9) Intensidad de deformación en relación con el espesor de los sedimentos.  | 9) La intensidad de deformación <i>no</i> está, forzosamente, en relación con los espesores de los sedimentos. |
| 10) Los ejes del surco y de las plataformas limitantes rigen las directrices locales e influyen la intensidad cuando tienen lugar deformaciones orogénicas. | 10) Los ejes del surco pueden o no regir las directrices locales cuando tenga lugar deformación orogénica.     |
| 11) Predictible.  | 11) No predecible.   |

## ESTRUCTURA REGIONAL Y ALINEACIONES TECTÓNICAS

El mapa tectónico general que acompaña (fig. 1), es una compilación de mapas geológicos existentes acerca del área circum-mediterránea.



Fig. 1.—Mapa tectónico de la región circum-mediterránea

La región que se discute en este texto ocupa la porción mediterránea de la zona Este-Oeste del Tethys, que es considerada como una estructura terráquea fundamental.

#### AREAS DE ESCUDO Y CRATÓN

Las partes internas de Africa del Norte, desde el Yetti Eglab hasta más allá del Tibesti, se componen de tres series de rocas cristalinas, de edad precambriana, intruidas por granitos. Los arrumbamientos N.-S. predominan en el grupo más antiguo (Suggariano), y tanto los N.-S. como los O.-SO., en el medio (Pharusiano), mientras que la serie más moderna se dispone, por lo general, paralela a los rumbos primitivos (Lelubre, 1952). Al Norte de este escudo, alzamientos de bloques, paralelos a los arrumbamientos precambrianos, forman pliegues drapeados en los depósitos paleozoicos suprayacentes de tipo plataforma. Al Este del Precambriano de las montañas del Tibesti las rocas metamórficas se prolongan dentro del escudo de Arabia. El Precambriano del escudo de Arabia ofrece directrices que varían de N.-S., NE.-SO, a E.-O. A lo largo de ellas se ofrecen típicos levantamientos de bloques que originan estructuras de desgarre, del tipo de horst y graben.

Entre el escudo precámbrico y las costas meridionales del Mediterráneo oriental y Sur de los Atlas Alto y Sahariano, hay un área de cratón constituida por extensas zonas de gruesas rocas paleozoicas. Las rocas paleozoicas incluyen cinturones de montañas de plegamiento caledoniano y herciniano, así como cuencas cratónicas relativamente indeformadas. Durante el Mesozoico y Cenozoico, este área se comportó efectivamente como un cratón. En Marruecos occidental la meseta y las partes occidentales del Atlas Me-

dio ofrecen cabalgamientos de arrumbamiento NE. y pliegues asimétricos hacia el SE. que han sido intruídos por granitos hercinianos (Gigout, 1951, pág. 241; Termier, 1936, pág. 682). En Marruecos meridional, el Anti-Atlas, de arrumbamiento E.-NE., contiene un núcleo de Precambriano metamorfoseado, que ha sido intruído por granitos y extrusiones asociadas. El sistema constituye un levantamiento de orden mayor sobre el cual aparecen drapeadas las rocas paleozoicas flanqueantes (Choubert, 1952). Al Sur del Anti-Atlas y al N. de las cuencas paleozoicas de Tindouf y Adrar, un cinturón de Paleozoico plegado se dispone paralelo al levantamiento del Anti-Atlas y arquea gradualmente hacia el SE., adentrándose en la cadena de Ougarta. El alzamiento del Anti-Atlas parece extenderse hacia el Este, bajo llanuras desérticas de cobertura al Sur del Atlas Sahariano. En África del Norte oriental, en la depresión de Murzuch y del Desierto occidental de Egipto, rocas paleozoicas de deformación moderada, al Norte del escudo precambriano, están recubiertas por una delgada capa de rocas mesozoicas.

Hacia el N., fuera del mapa tectónico, el escudo precambriano de Fennoscandia se une al Sur con cinturones paleozoicos plegados (von Bubnoff, 1926, fig. 37). Estos macizos paleozoicos constituyen un cratón a lo largo del lado septentrional de la región circum-mediterránea. La Meseta española está compuesta por pliegues paleozoicos de arrumbamiento NO.-SE, intruídos por granitos caledonianos (?) y hercinianos. Otra parte del cratón, el Macizo Central francés, está constituido por una serie semejante de metamórficas, que arrumban en diversas direcciones. En la margen SO. del Macizo Central está la Montagne-Noire, zona tectónica compleja constituida por pliegues volcados

(Geze, 1949, pág. 108), que son, o bien mantos de corrimientos («nappes») dirigidos hacia el N., o deslizamientos gravitativos dirigidos al S. (Geze, de Sitter, Trumpy, 1952).

#### ZONA PERIFÉRICA CON RESPECTO A LOS CRATONES

Al N. del escudo de Arabia la «plataforma estable» del cratón pasa hacia el exterior a una «plataforma inestable» con alzamiento de bloques y con las fosas de desgarramiento del Mar Muerto, montes del Líbano y Anti-Líbano (Henson, 1951, pág. 120). Estas estructuras de bloque emergen con pliegues lineares de compresión en Siria nort-oriental e Iraq, aunque localmente, como ocurre en Siria occidental, se intersecten. Los alzamientos de bloques y los pliegues de la plataforma se prolongan a lo largo de una directriz SO. a través de Israel y Egipto adentro. En Egipto oriental estas directrices aparecen interrumpidas por la deformación convexa que conduce al fallamiento de la fosa Suez-Mar Rojo, que contiene directrices NO., superpuestas localmente.

Los montañas del Alto Atlas y Atlas Sahariano arrumban al E.-NE. en Argelia y vuelven al E.-SE., antes de sumergirse en el Mediterráneo, en Túnez Sur-Central. Aunque el Atlas Sahariano es una cadena de sencillo plegamiento y cabalgamiento, el Alto Atlas constituye un alzamiento compuesto. La topografía actual del Alto Atlas occidental resulta de un alzamiento, de última etapa del Plioceno, de rocas paleozoicas falladas en bloques, con directrices hercínicas, las cuales están recubiertas por Permo-triásico y una delgada serie mesozoica, mientras que en la parte oriental de la cadena una gruesa secuencia mesozoica ha sido plegada y acabalgada asimétricamente (Ambrog-

gi, 1952) durante las épocas posteoceana y postmiocena, de manera que se originan dos arrumbamientos, en los plegamientos, de orientaciones E.-NE. y E.-O. (De Sitter, 1952, página 279). Al N. del conjunto Alto Atlas y Atlas Sahariano, la Meseta Alta está cubierta, en lo principal, por Plioceno y Cuaternario tendidos, aunque en los escasos afloramientos las rocas por debajo aparezcan suavemente plegadas y desgajadas en bloques mediante fallas. En la parte oriental del complejo de montañas del Atlas Medio, al O. de la Meseta Alta, aparecen formaciones mesozoicas arrumbadas al NE. y plegadas asimétricamente y cabalgadas hacia el SE. (Termier, 1936, pág. 1.001).

A lo largo del borde oriental de la Meseta española, la Cadena Ibérica, de rumbo NO., consta de un núcleo paleozoico con anticlinales que pasan del tipo de apretado plegamiento a acabalgamiento. Anticlinales y cabalgamientos arrumban de E.-O. a N.-S. en diversas cuencas marginales con respecto a la Meseta. La divergencia de rumbos dentro de las cuencas plegadas puede ser atribuida a directrices correspondientes del borde de la Meseta adyacente. Una depresión terciaria ocupa el valle del Ebro paralelamente a la Cordillera Ibérica. Las estructuras nordoccidentales de la Cadena Ibérica y del alto Ebro incurvan al E.-O., a lo largo de la costa mediterránea, en el NE. de España, mientras que los pliegues de las cuencas marginales con respecto a la Meseta, doblan hacia el SO. en el área al N. de las Cadenas Béticas (Llopis Lladó, 1952). Pasan a su vez a la depresión terciaria del Guadalquivir, que se constituyó en el lado caído de una falla E.-NE. que corta en forma abrupta los arrumbamientos de la Meseta.

### ZONAS INTERNAS

Una zona estructural interior relativamente complicada se desarrolla en Turquía, los Balcanes, Italia y regiones costeras del NO. de Africa. La Meseta de Anatolia o núcleo de Turquía está constituida por Paleozoico metamorfozido con intrusiones que varían de graníticas y acidicas a ultramáficas. Los macizos de Menderes y Kirsehir, que forman la espina dorsal de este núcleo metamórfico, están flanqueados por complejas cadenas de montañas, tanto por el N. como por el S. Depresiones terciarias, de última etapa, se desarrollan dentro y entre los macizos anteriores a los que separan localmente. Se cree que los macizos poseen directrices caledonianas y hercinianas de rumbo Noroeste, según lo manifiestan diversos afloramientos de las metamórficas que emergen por debajo del relleno terciario (Yalcinlar, 1952). Las arqueadas montañas del Taurus de Turquía meridional han sido subdivididas en las zonas morfotectónicas egeo-iránida y táurida, mientras que las cadenas al N. de los macizos pueden subdividirse en Anatólides y Póntides (Egeran, 1947, pág. 31; Arni, 1939). La zona egeo-iránida de los montes Taurus meridionales constan de pliegues postoligocenos, cabalgamientos y estructuras de resbalamiento. A lo largo de su margen meridional la región recibe sedimentos actualmente. La zona táurida, deformada en tiempos preoligocenos, margina el núcleo central de la masa de Anatolia y se compone de rocas paleozoicas de compleja deformación. Contrapartidas de estas zonas meridionales se encuentran, o deben encontrarse, en las Anatólides interiores y Póntides exteriores al N. del núcleo central anatolio.

El área egea es la porción sumergida de los macizos del núcleo central de la Mesa de Anatolia (Renz, 1940, página 21). Este área nuclear, así como la parte oriental de la tierra firme de Grecia y Bulgaria suroccidental, es interna con respecto a los montes de Olnos-Pindos, y puede ser dividida en los macizos de Rhodope, Pelegón y Atico, cada uno de los cuales se compone, como los macizos de Anatolia, de rocas paleozoicas metamorfizadas, con intrusiones que pasan de ácidas a ultramáficas. Los macizos están profusamente cuarteados en bloques, mediante fallas, y son asiento de vulcanismo activo. Además de la sedimentación actual en el área egea, hubo zonas de deposición terciaria, dentro del núcleo balcánico central, en las cuencas de Ergene y Pannonia. Al SO. del núcleo central de los macizos balcano y egeo tenemos la provincia dinárida interior, zona de compleja deformación con intrusiones ultramáficas (Besic, 1952). Al O., en el área costera adriático-jónica están los Dinárides externos (Besic) o la zona adriático-jónica (Renz), con pliegues asimétricos, cabalgamientos y deslizamientos, dirigidos generalmente al Suroeste. En el Peloponeso meridional, entre las complejas zonas ultramáficas al E., a lo largo de núcleo balcánico central y los pliegues adriático-jónicos, está la cadena Pindos-Olnos. Se compone de un complejo paleozoico, arqueado hacia arriba, con deslizamientos gravitativos que huyen de aquél por ambos flancos. Al SO. de las zonas de deslizamiento y plegamiento de Grecia, las Islas Jónicas despliegan bloques-falla y depósitos de plataforma de edad mesozoica (Ineichen, 1951, pág. 200).

El núcleo central de los Balcanes parece encontrar su contrapartida en los Alpes occidentales, y los pliegues costeros adriáticos pueden ser seguidos hasta los Alpes me-

ridionales (Schaffer, 1951, pág. 233). Recubiertos marginalmente por los depósitos terciarios del Valle del Po, cubren éstos la conexión existente entre los pliegues de los Alpes meridionales y los Apenninos. El plegamiento, acabalgamiento y deslizamiento gravitativo de los Alpes meridionales, incrementa en intensidad al O. del fallamiento transcurso de la «línea de Giudicaria», de rumbo SO. (De Sitter, 1956). Esta falla, de orden mayor, traspone el núcleo central de los Alpes hacia el O., con relación a los Alpes Dolomitas, al E. Como consecuencia de lo que parece ser un «arco bruscamente doblado» (Eardley, 1954, página 748), los arrumbamientos de los Alpes meridionales doblan del SO. al SE. en los Apenninos septentrionales. La península italiana se compone de una serie de zonas arqueadas, con rocas mesozoicas de alta movilidad que despliegan deslizamiento gravitativo en los Apenninos septentrionales (Merla, 1951). Los resbalamientos de sedimentos plásticos de los Apenninos septentrionales emergen, en dirección al Sur, en los pliegues y cabalgamientos que han deformado una serie de plataforma, esencialmente competente, de rocas mesozoicas en los Apenninos medios. Se pensó en tiempos que los Apenninos meridionales y Sicilia del N. habían sido rebasados, en forma cabalgante, por lechos mesozoicos plásticos, al estilo de los Apenninos septentrionales (Fabiani, 1952, pág. 498), pero se sabe ahora que las series plásticas de los Apenninos meridionales se formaron, en lo esencial, «in situ» (Bally, 1954, pág. 264).

Frente al complejo de montañas apenninas, las cuencas del Po, de Bradanica, y la central de Sicilia, están plegadas y empujadas hacia afuera por las montañas adyacentes alzadas en el O. de Italia y N. de Sicilia. Bloques por fallamiento, y plegamiento suave, dominan en el «ta-

cóno de Italia meridional y en la Meseta de Ragusa, en Sicilia. Actividad volcánica y quebrantamiento en dovelas, mediante falla, caracterizan el costado tirrénico de la península. Un núcleo cristalino, análogo al de Córcega y Cerdeña, se desarrolla en Italia SO. y Sicilia NE. Así es que Italia incluye una altura geotectónica al E., a lo largo del Adriático, en la que han indentado surcos deposicionales de traslación hacia el E. («eastward shifting»). Los surcos, aunque contienen depósitos relativamente delgados, han sido plegados y empujados hacia el E. Cuando la serie alcanzaba movilidad suficiente, se desarrolló deslizamiento gravitativo. La magnitud de este movimiento es discutible. Este área se estudia con más detalle en los apartados que se dedican al estudio evolutivo del marco tectónico. En el Este de Francia y macizo de Provenza, hay un núcleo cristalino semejante al de Córcega y Cerdeña. La Provenza ofrece estructuras de manto de corrimiento («nappes»), que son o bien masas empujadas o deslizadas.

Los estrechos Atlas del Tell se desarrollan a lo largo de las zonas costeras de Túnez y Argelia y se componen de pliegues apretados, cabalgamientos y deslizamientos gravitativos dirigidos hacia el S., con rumbos más o menos paralelos a la costa. El rumbo cambia hacia el NE, en Túnez, hacia el mar Tirreno. En el centro-oeste de Túnez, los Atlas del Tell y del Sahara emergen en una zona de apretado plegamiento y cabalgamiento diapírico, con asimetría general hacia el SE. (Castany, 1951). Al N. de los pliegues y cabalgamientos del Atlas del Tell, en Argelia, las Grande y Pequeña Kabylia despliegan lo que parecen ser, al mismo tiempo, mantos de empuje y de deslizamiento. Se componen de metamórficas cristalinas y de sedimentos permo-triásicos y jurásicos, que se han plegado y han

sido arrastrados hacia el S. sobre depósitos cretáceos de flysch del Atlas del Tell (Delga, 1952, pág. 39; Flandrin, 1951, pág. 31). La complejidad estructural aparece incrementada por diapirismo salino e intrusiones graníticas post-miocenas. La trayectoria del Atlas del Tell se prolonga en el «apretado arco» del Riff-Béticas, tras una interrupción ocasionada por la proyección N.-E. del Atlas Medio. En el Pre-Riff, cabalgamientos y resbalamientos de rocas mesozoicas han utilizado las series salinas triásicas y las plásticas margas para formar unas series de complejas escamas imbricadas, así como resbalamientos caóticos dirigidos hacia el contrafuerte de la Meseta Marroquí (Levy, 1952; Bruderer y Levy, 1954). La sal triásica actuó meramente como lubricante para el desplazamiento de la serie superimpuesta, en vez de desarrollar diapirismo, como ocurre en los Atlas del Tell y del Sahara. Las zonas béticas y rifeñas, semejantes a la Kabylia de Argelia, se descomponen en estructuras de corrimiento («nappes»), por empuje y deslizamiento. Las rocas paleozoicas-cristalinas y mesozoicas se han desplazado hacia el S. en el Riff y hacia el N. en el área Bética. Estas masas de deslizamiento, cristalinas y mesozoicas, de África del N. y España meridional, tienen sus raíces en el Mediterráneo occidental, donde están sumergidas ahora.

Los Pirineos constan de un núcleo paleozoico, deformado por movimientos hercinianos, y alzado luego hasta formar surcos flanqueantes que fueron, a su vez, deformados durante las épocas cretácea y terciaria (De Sitter, 1956, b). A lo largo del borde septentrional del núcleo paleozoico, una zona de fallamiento de orden mayor ha sido ámbito de intrusiones ultramáficas. La deformación alpina de los piedemontes flanqueantes originó apretados pliegues y ex-

tenzas estructuras diapíricas. En la cuenca aquitana de Francia meridional, las diversas características diapíricas pueden ser relacionadas con fracturas hercinianas de profundo asiento (Dupouy-Camet, 1953, pág. 2.381). A lo largo del flanco meridional se deslizaron resbalamientos gravitativos, huyendo del alzamiento de bloques en el núcleo paleozoico. Levantamientos epirogénicos, seguidos por asentamiento del núcleo central, tuvieron lugar durante el Terciario superior.

El mapa batimétrico del Mediterráneo indica profundidades medias de: una milla en la región al O. de Córcega y Cerdeña; 1,5 millas en la parte meridional del Mar Tirreno; y de 1-2,5 millas en las zonas abiertas del Mediterráneo oriental. Gran parte del Adriático tiene profundidad menor del cuarto de milla.

El mapa de isogamas de Europa y N. de África (Bruyn, 1955) indica que el Mediterráneo occidental ofrece anomalías positivas, con otras periféricas de orden negativo en las zonas costeras bética y rifeña. El Mar Adriático, el «talón de la bota italiana», y la Mesa de Ragusa, en Sicilia, son áreas de alta gravedad, mientras que Sicilia central, la depresión de Bradanica y el valle del Po, están representados por anomalías negativas. Los dos últimos mínimos se proyectan hacia el SO., bajo los Apenninos. Una gran zona negativa ocupa el cinturón periférico de las áreas costeras de Grecia, Creta, Rodas y Chipre, mientras que áreas intensamente positivas se centran en el Egeo meridional y Chipre. Recientes estudios geofísicos indican que, bajo partes del Mediterráneo, existe una costra oceánica o simática de un grosor aproximado de unas 3 millas (Ewing, 1956, pág. 3).

## PALEOGEOGRAFÍA

La historia sedimentaria seriada de la región circummediterránea, se ha expresado en cinco mapas de litofacies-isopacas (figs. 2-6). Las cinco divisiones se han basado, en forma arbitraria, en las cinco fases orogénicas mayores (Caledónica, Hercínica, Post-Hercínica, Pre-Triásica, Cimérica y Pirenaica), todas las cuales han afectado, en mayor o menor grado, las tendencias evolutivas de la deposición en la región.

Como consecuencia del diferente grado de información disponible, que es muy variable, tanto en conocimiento areal como en detalles (por ejemplo, el conocimiento actual de los Balcanes y NE. de África, deja que desear), no se puede pedir una gran precisión, pero sin embargo se dispone de suficiente base para delinear las directrices generales de las unidades sedimentarias y tectónicas, de orden mayor, del área mediterránea.

## PALEOZOICO INFERIOR

Las áreas de escudo, africana y arábiga, aparecen marginadas por depósitos delgados de areniscas no marinas, que en dirección al N. pasan a facies marinas, margo-arenosas, en la zona axil de un surco marginal. El eje del surco marginal meridional se dispone paralelo a las actuales manifestaciones pre-cambrianas del escudo inicial. Las secuencias, relativamente delgadas, existentes en el Anti-Atlas central y el Alto Atlas centro-occidental, acusan la existencia de un geanticlinal arqueado. Este geanticlinal pa-



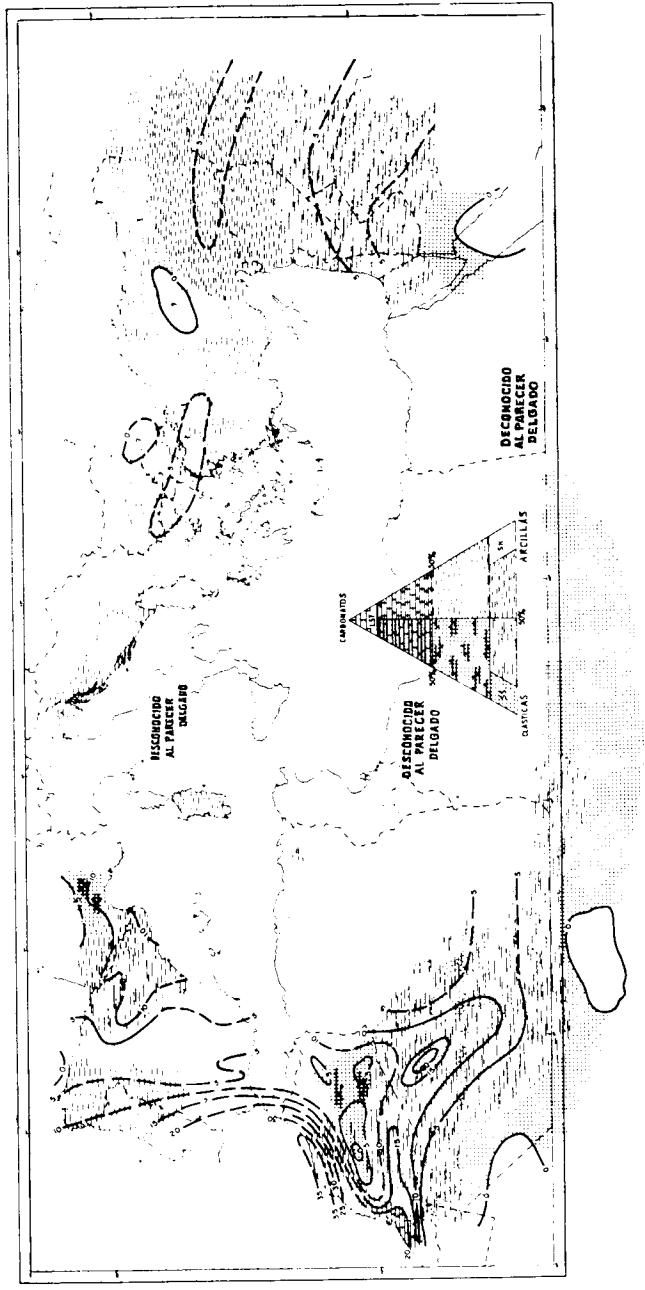


Fig. 2.— Mapa de isopacas-litofacies de la región circun-mediterránea que muestra lo referente al Paleozoico inferior (Ordoviciense y Siluriano inferior). Curvas cada 5,000 pies.

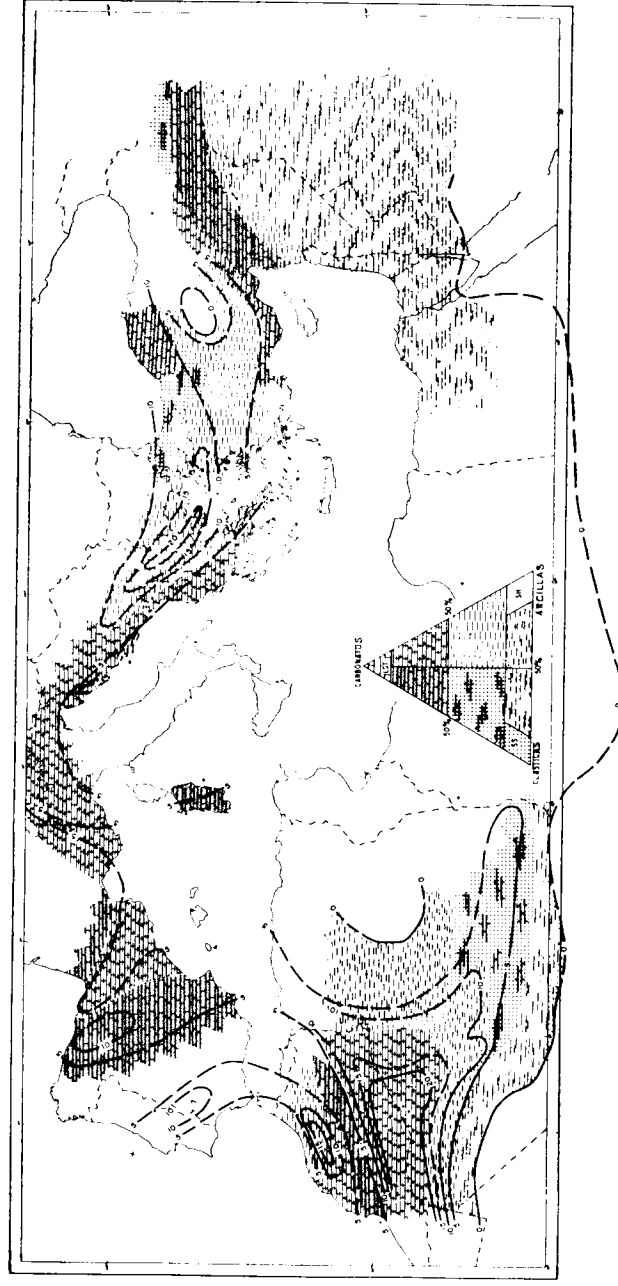


Fig. 3.— Mapa de isopacas-litofacies de la región circun-mediterránea que muestra lo referente al Paleozoico medio (Siluriano inferior). Curvas cada 5,000 pies.

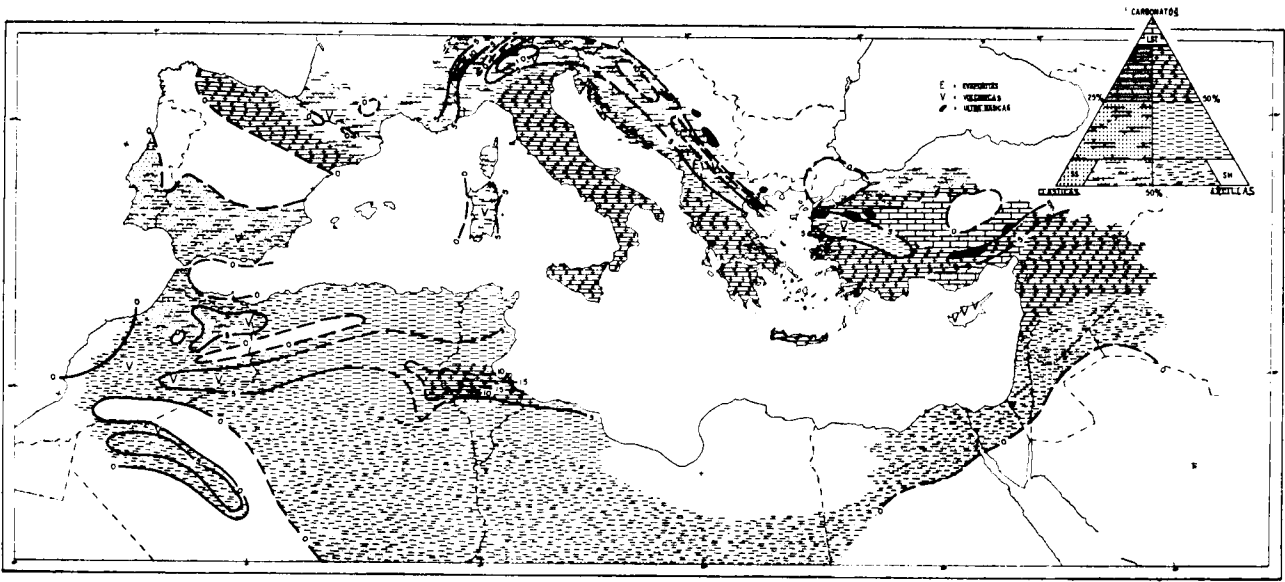


Fig. 4.—Mapa de isopacas-litofacies de la región circum-mediterránea que muestra lo referente al Paleozoico superior (Carbonífero superior y Permiano). Curvas cada 5.000 pies.

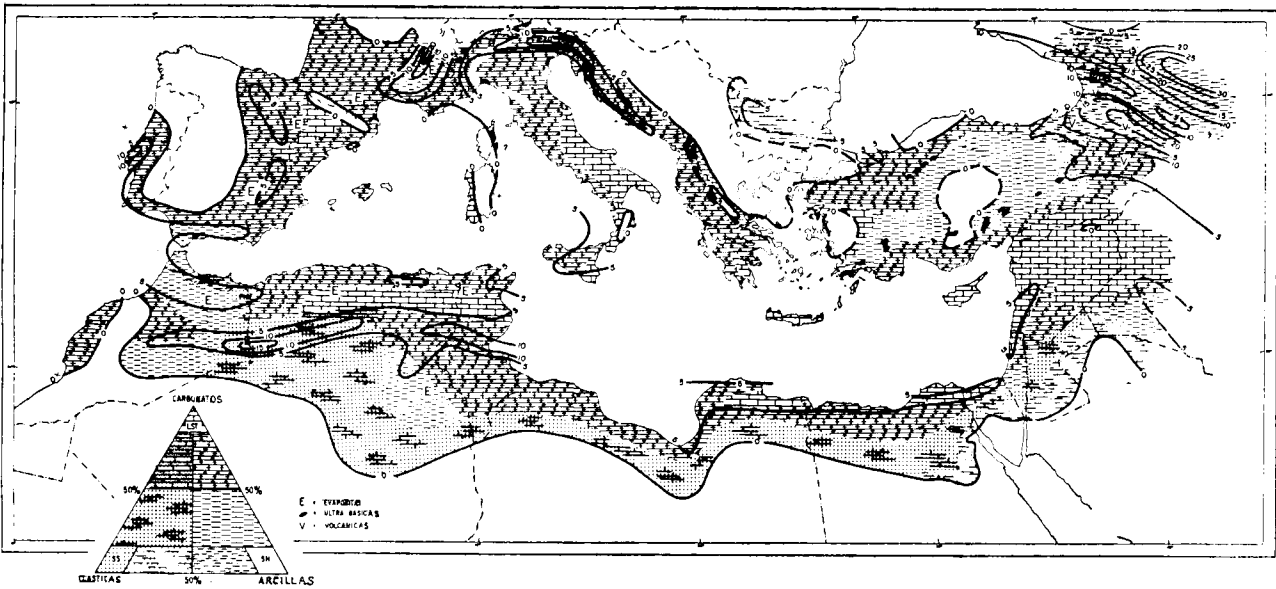


Fig. 5.—Mapa de isopacas-litofacies de la región circum-mediterránea que muestra lo referente al Mesozoico inferior y medio (Triásico y Jurásico). Curvas cada 5.000 pies.



Fig. 6.—Mapa de isopachos-litofacies de la región circum-mediterránea que muestra lo referente al Mesozoico superior y Terciario inferior (Cretáceo, Paleoceno y Eoceno). Curvas cada 5.000 pies.

rece extenderse hacia el interior de Marruecos nord-oriental, donde se encuentran zonas análogas de sedimentos delgados. Al O. del geanticlinal, en la meseta de Marruecos y meseta occidental de España, un surco pre-caledónico recibió sedimentación de grauwaekas, margas y carbonatos. La procedencia volcánica de gran parte de las grauwaekas existentes en el surco sugiere un ambiente geosinclinal. Este surco se ha denominado «surco exterior». No fue incluido en la descripción preliminar de las unidades tectónicas tethycas de orden mayor, porque es exterior con respecto a la región mediterránea. Aunque pobremente documentado, por la escasez de datos, se supone que este «surco exterior» eugeosinclinal pudo extenderse desde Marruecos, a través de España occidental, hasta empalmar, en dirección al mar, con el surco caledoniano que ocupan el NO. de Irlanda, Escocia y Noruega, al borde del escudo precámbrico fennoscandio. La falta de suficiente información hace dudosa la proyección del geanticlinal en dirección al N. hacia el interior de España. En Cerdeña, Italia, los Balcanes y Turquía hay puntos dispersos de observación que indican que los depósitos del Paleozoico inferior pueden haber consistido en una delgada serie de pizarras y grauwaekas.

#### PALEOZOICO MEDIO

Las áreas de escudo afro-arábicas fueron el manantial de los clásticos, y de los carbonatos de la zona axial, en el surco marginal, cuya definición, al E. de África nord-occidental, es más bien precaria. El geanticlinal marroquí, previamente acusado por el adelgazamiento general de sedimentos precaledonianos, se señaló más definitivamente por

la delgada deposición o truncamiento de las unidades del Paleozoico medio. A lo largo de la dirección del geanticlinal se depositaron calizas y calizas arrecifales con areniscas. El «surco exterior» o eugeosinclinal, al O. del geanticlinal, continuó rellenándose de grauwackas durante el Devoniano. En la parte occidental del Atlas Medio, y durante las épocas del comienzo del Carbonífero, comenzaron a desarrollarse pliegues, asimétricamente dirigidos hacia el SE., hacia el geanticlinal. Durante la orogénesis hercínica, esta parte del Atlas Medio fué intruída por granitos y, conjuntamente con la región de meseta de Marruecos occidental, se convirtió, efectivamente, en escudo.

Aunque desdibujada dentro de las metamorizadas series de las zonas de macizo de los Balcanes centro-meridionales y del NO. de Turquía, encontramos la primera señal de surco interno en los espesores sustanciales de las margas, grauwackas y calizas del Siluriano superior, Devoniano y Carbonífero inferior. La procedencia de estos sedimentos parece haber sido un posible y extenso geanticlinal ubicado en el área septentrional del Mar Negro. Este geanticlinal hipotético podría haber separado el surco interno del marginal de la cuenca del Donetz.

#### PALEOZOICO SUPERIOR

Al finalizar la orogénesis hercínica, se desarrolló una nueva alineación del surco marginal meridional. Margas y carbonatos marinos en series potentes fueron depositadas en Túnez meridional. La expansión occidental del surco marginal y la depresión cratónica al S. del Anti-Atlas y de la cadena de Ougarta, recibieron margas y arenas no marinas. Un alzamiento de tipo plataforma emergió en el

área de la Mesa Alta. Levantamiento que delineó el futuro geanticlinal del Mesozoico. La meseta española quedó también pergeñada y los Pirineos, consecuentemente a su deformación inicial, suministraron sedimentos a las áreas de flanco. Se depositaron margas arcillosas y areniscas en el surco interno, que se extendía desde los Alpes meridionales, a través del Balcán centro-occidental, adentrándose en Turquía.

Durante el Permiano más alto, con extensión quizás al comienzo del Triásico, las márgenes septentrionales de este surco fueron intruídas por ultramáficas que incluían peridotitas. Se desarrollan en Macedonia, entre los macizos de Rhodope y Pelegón (Hiesleitner, 1951, pág. 453) y en Turquía al S. del macizo de Kirschir (Blumenthal, 1955, página 72). La presencia de lavas espiliticas en el surco interno, durante el Paleozoico medio, aunque no fueron acompañadas de serpentinas, sugiere que la actividad ígnea de tipo básico comenzó incluso con anterioridad. Italia, los Balcanes occidentales y Grecia, recibieron una serie relativamente delgada de margas y calizas.

#### MESOZOICO INFERIOR Y MEDIO

Las facies de plataforma del surco marginal meridional se desplazaron hacia el N., siluetando las áreas cratónicas afro-arábicas. El surco marginal se extendía desde Siria occidental, a través del Líbano, Egipto septentrional y el NO. de Libia, hasta dentro de Túnez meridional, y Argelia central. Parece que, a lo largo del surco, se hayan desarrollado localmente indentaciones de tipo bahía, dispuestas perpendicularmente con respecto a la directriz axial. En la zona axial del surco prevaleció una serie caliza en la

zona mediterránea oriental, mientras que en la zona terminal argelino-marroquí tuvieron lugar acumulaciones potentes de tipo semi-deltaico. Tanto en Siria septentrional como en la Mesa Alta argelina el geanticlinal recibió, sobre todo, depósitos poco potentes de calizas, con calizas arrecifales que pasan a depósitos batiales en dirección N. hacia el interior de la Mesa Alta (Lucas, 1952, pág. 113). En disposición periférica con respecto a la Meseta española, se depositaron calizas, margas y evaporitas, con areniscas, que delinearon el comienzo de una zona marginal de surco. En el Cáucaso y en Turquía NE. se desarrolló un geanticlinal que separaba un surco marginal septentrional, de un surco interno (Mokrinskij, 1939). El surco interno del Paleozoico superior, en los Alpes meridionales, continuaba con su gruesa serie tethyca de carbonatos triásicos, los cuales se extendían Dalmacia adentro. La prolongación meridio-oriental y occidental de este surco recibió chert radiolárico, arcilla y margas silíceas, asociadas con ultrabásicas. Esta secuencia de *schistes lusitæes* y facies de cornubianitas, se relaciona con la intrusión de serpentina a lo largo de la margen del núcleo central de los Balcanes y Turquía y del núcleo granítico, herciniano, de Córcega. En Macedonia occidental, y en disposición paralela con respecto a los flancos orientales de las actuales montañas de Olnos-Pindos, tuvo lugar intrusión y extrusión de serpentinás jurásicas bajo circunstancias submarinas, a lo largo de la margen del macizo de Pelegón (Brunn, 1952, página 24). En la tierra firme, al O. de la isla de Euboea, en Grecia, se presentan calizas arrecifales con cherts radioláricos rojos, y serpentinás interestratificadas (Petraschek, 1953, pág. 99). En Albania, y a lo largo del núcleo central de los Balcanes, encontramos erupciones del Triásico infe-

rior, con margas arcillosas y cherts radioláricos y margas silíceas con serpentinás del Jurásico medio (Nowack, 1929). Al N. del macizo de Kirschir, en Turquía, hay serpentinás y lavas almohadilladas, con cherts radioláricos asociados, de edades comprendidas entre el Triásico y el Jurásico, que ocupan un área distribuida tectónicamente (Bailey, 1953, pág. 410), con un ámbito de intrusión periférico con respecto al macizo. La posible eliminación post-deposicional de sedimentos pertenecientes a la secuencia triásico-jurásica en el Taurus septentrional, sugiere que este área fuese teatro de intrusiones serpentinicas, sujetas más tarde a deslizamientos orogénicos. También se ha indicado la posibilidad de existencia de zonas de ultrabásicas intrusivas, marginales con respecto a los macizos de Córcega y Cerdeña (Merla, 1951, pág. 240). Estas intrusiones tuvieron lugar, probablemente, en la margen estructural de cada uno de los núcleos, aunque la deposición intermitente constituyó un chapado sobre zonas levemente anegadas tras las zonas intrusivas.

#### MESOZOICO SUPERIOR-TERCIARIO INFERIOR

El surco marginal meridional recibió en Argel depósitos de carácter semi-deltaico, que pasaban a depósitos predominantemente carbonáticos en el Mediterráneo oriental. En Siria oriental, un arco dirigido de N. a S., que se proyectaba a partir del escudo de Arabia en dirección al N., interrumpía el surco marginal en su transcurso, a lo largo del escudo, en dirección SE. hacia Iraq occidental y Arabia Saudí. El espesor máximo de los depósitos en el surco marginal se trasladó hacia el E., a lo largo del eje, hasta Argelia central, y ello sugiere que la deposición triásica hu-

biera alcanzado un máximo en Argelia occidental. Durante el Mesozoico superior se siguieron acentuando indentaciones (tafro-geosinclinales y paraflo-geosinclinales), normales a la directriz axial del surco marginal. En el centro-este de Argelia y en Túnez meridional, el Cretáceo transgresivo entre salobre y no marino, que se depositó lejos en dirección al S. sobre la plataforma del escudo, se hace más potente en un entrante dirigido al NE. Otro parecido pudiera haberlo habido en Libia central. Al O. de la fosa de Suez-Mar Rojo y de su abombamiento flanqueante satélite hay otro parecido, aunque no contiene depósitos en espesor suficiente como para quedar registrado por las isopacas de 5.000 pies. Estos entrantes parecen relacionarse con las alineaciones, salientes hacia el N., del escudo afro-arábigo.

El geanticlinal meridional se señaló por un acusado adelgazamiento, que llega incluso a truncaduras locales durante el Mesozoico más alto. El truncamiento ha suministrado depósitos clásticos de índole local, mientras que, en áreas que se elevaron en menor cuantía, el geanticlinal no creó barreras efectivas y se unieron los surcos marginal e interno. En Argelia nord-oriental y Túnez nord-occidental ambos surcos aparecen, de este modo, con indecisa separación. En Siria oriental hay clásticas finas, que proceden del núcleo septentrional, pasan a través del surco interno en dirección al S. y vierten por aliviaderos constituidos por zonas de silla situadas a lo largo del geanticlinal; de esta manera crean un efecto de nube (proporción incrementada de clásticos) en los carbonatos del surco marginal.

En disposición periférica con respecto a la Meseta de España, hay depósitos del Cretáceo inferior y medio, que se desparraman en abanico hacia el interior de un surco marginal de menguado desarrollo. En el NE. de España,

el surco marginal está separado del interno, el cual margina los Pirineos, mediante un geanticlinal relativamente estrecho, que arrumba de EO, y que actualmente asoma al N. del Valle del Ebro.

Los surcos internos continuaron su proceso de alejamiento de sus zonas nucleares de alimentación. En Turquía septentrional una gruesa serie de sedimentos de flysch se depositó en un surco interno que continuaba por los Cárpatos. En el surco interno que ocupaba Turquía meridional, los Balcanes, los Alpes meridionales y la parte centro-septentrional de Italia, un geanticlinal menor compartimentaba localmente el surco a lo largo de su eje. En Grecia y Turquía meridional los depósitos de flysch de este surco interno, dividido en dos, están separados por una zona de carbonatos que contienen localmente arrecifes calcizos.

Estas zonas, que reciben las denominaciones locales de *Tripolitza* (Renz, 1955, pág. 284) y «series comprensivas» (Blumenthal, 1947, pág. 131), asemejan tectónicamente al «arco exterior», descrito en el archipiélago indonesio (Van Bemmelen, 1954, pág. 65), como elemento separador de las «antefosas» e «interfosa». Los geosinclinales menores o arcos externos deben haber estado dispuestos como un festón de islas, puesto que permitieron el paso de los depósitos de flysch al arco externo.

Serpentinas cretáceas y eocenas intruyeron a lo largo de estas zonas. En Creta y N. de Grecia se encuentran serpentinas del Cretáceo superior o del Eoceno (G. A. Aronis, en comunicación personal). En el área de Antioquía-Hatay, a lo largo de la frontera turco-siria, hay más de 3.000 metros de ultramáficas, que incluyen serpentinas, lavas y cherts de radiolarios asociados, de carácter esencialmente

autóctono y edad del Cretáceo superior (Senonense) (Dubertret, 1955, pág. 166). En Chipre, las serpentinas asociadas con la cadena de Troodos se atribuyen diversamente al Cretáceo superior (Henson, 1949, pág. 33) o al Triásico (Bishopp, 1952, pág. 16); están ligadas a dioritas, de probable edad triásica. El datado de auténticas serpentinas ofrece muchas dificultades (Hess, 1955, pág. 396), pero pudiera ser que todas las que están dispuestas a lo largo del arrumbamiento deposicional y tectónico que va desde Antioquia-Hatay hasta Chipre, sean del Cretáceo superior.

En cada flanco del geanticlinal menor se depositaron flysch y margas en el surco interno de Turquía meridional y SO. de los Balcanes. Los cherts de radiolarios, margas silíceas y serpentinas exóticas del Cretáceo superior que aparecen en esa parte del surco interno entre el núcleo y el anticlinal menor, se depositaron allí con toda probabilidad mediante deslizamiento orogénico procedente de una zona jurásica de implantación serpentínica.

El surco interno se extiende, a través de los Alpes meridionales, hasta adentro de los Apenninos septentrionales, allí donde tienen su ámbito las móviles margas arcillosas de las *argille scagliose*. Es posible que los Apenninos septentrionales se asemejen a Grecia, y que posean únicamente series sedimentarias de espesor entre moderado y delgado, aunque no se conocen medidas exactas de espesores. Los Alpes apuanos pudieran constituir una zona de anticlinal de orden menor, semejante desde el punto de vista tectónico, a la zona griega de *tripolitza* y separan las *argille scagliose* en, por lo menos, dos surcos. Si esto es así, quedaría modificado el esquema de Migliorini, de deslizamientos de gran escala, que se desplazan sobre «cuñas compuestas» progresivas. En el N. de África la prolongación

meridional del surco interno nord-apennino está representada por depósitos clásticos relativamente gruesos existentes en Túnez. La aportación en esa zona de mayores cantidades de materiales clásticos ha creado una facies entre flysch y ortocuarcita, que aumentó el espesor y rigidez de la serie, si se la compara con el delgado cuerpo de rocas plásticas de fino grano de los Apenninos septentrionales. Quizás no existió en Argelia oriental realmente una barrera que separase, a lo largo del geanticlinal, el surco marginal del interno, de manera que los componentes clásticos procedentes del escudo vertieron hacia el N, hacia el surco interno, por rebose del surco marginal meridional. El surco interno se extiende, a partir de aquí, a lo largo de las zonas costeras de Argelia y Marruecos septentrional y en el interior de España meridional.

En los Apenninos meridionales el surco interno, previamente descrito, se desplazó hacia el E. durante las épocas del Cretáceo superior y Eoceno inferior. Aquí, la deposición de las facies de *argille scagliose*, se inició más tarde (Cretáceo superior) que en los Apenninos septentrionales. La facies consta de cherts de radiolarios, arcillas rojas, carbón bituminoso y asociadas ultramáficas, constituidas posiblemente en un mar somero. Estos depósitos se consideran como esencialmente autóctonos (Bally, 1954). Con frecuencia suceden margas y cherts de radiolarios del Terciario superior. La zona de deposición se amplió en dirección al S. y luego hacia el O. hasta Sicilia central y Túnez centro-oriental, mordiendo en la hipotética área geanticlinal; en dirección al N. se extendía Valle del Po adentro.

## EVOLUCIÓN DE LA ARMazón TECTÓNICA

La esencia de los acontecimientos deposicionales recién expresados, y que hemos puesto de manifiesto por separado, mediante cinco mapas de litofacies-isopacas, se reúne en un diagrama de evolución (fig. 7), el cual reconstruye los sucesos que condujeron a la constitución de la actual estructura de la región circum-mediterránea.

Influencia dominante en la región ejercen el acrecimiento meridional del escudo precambriano de Fennoscandia, y el incremento septentrional del escudo afro-arábigo, que establecieron nuevo orden en los consiguientes surcos marginales mediante soldadura de zonas de deformación hercínica adyacentes a los escudos precambrianos, constituyendo así cratones. En Africa NO, el «surco externo» (eugeo-sinclinal de la Meseta Marroquí y España) y el marginal, quedaron deformados localmente y dieron origen a partes del Atlas Medio, Meseta Marroquí, Anti-Atlas y Cadenas de Ougarta. Es evidente que no toda la soldadura del Paleozoico al escudo precambriano fué ocasionada por deformación; en las cuencas de Tindouf y Adrar, un grueso cuerpo de rocas paleozoicas, de tendida posición, parece haber ofrecido la competencia suficiente para producir estabilidad de tipo escudo a lo largo de la margen del escudo más antiguo. La migración externa de las consiguientes áreas de deposición fué regida por las posiciones del escudo y del geanticlinal. Donde quiera que tuvo lugar deformación en el consiguiente surco marginal (Atlas Sahariano), el eje de máximos espesores parece haber sido influenciado por el geanticlinal y el cratón efectivo limítrofes. Deformación subsiguiente produjo estructuras pa-



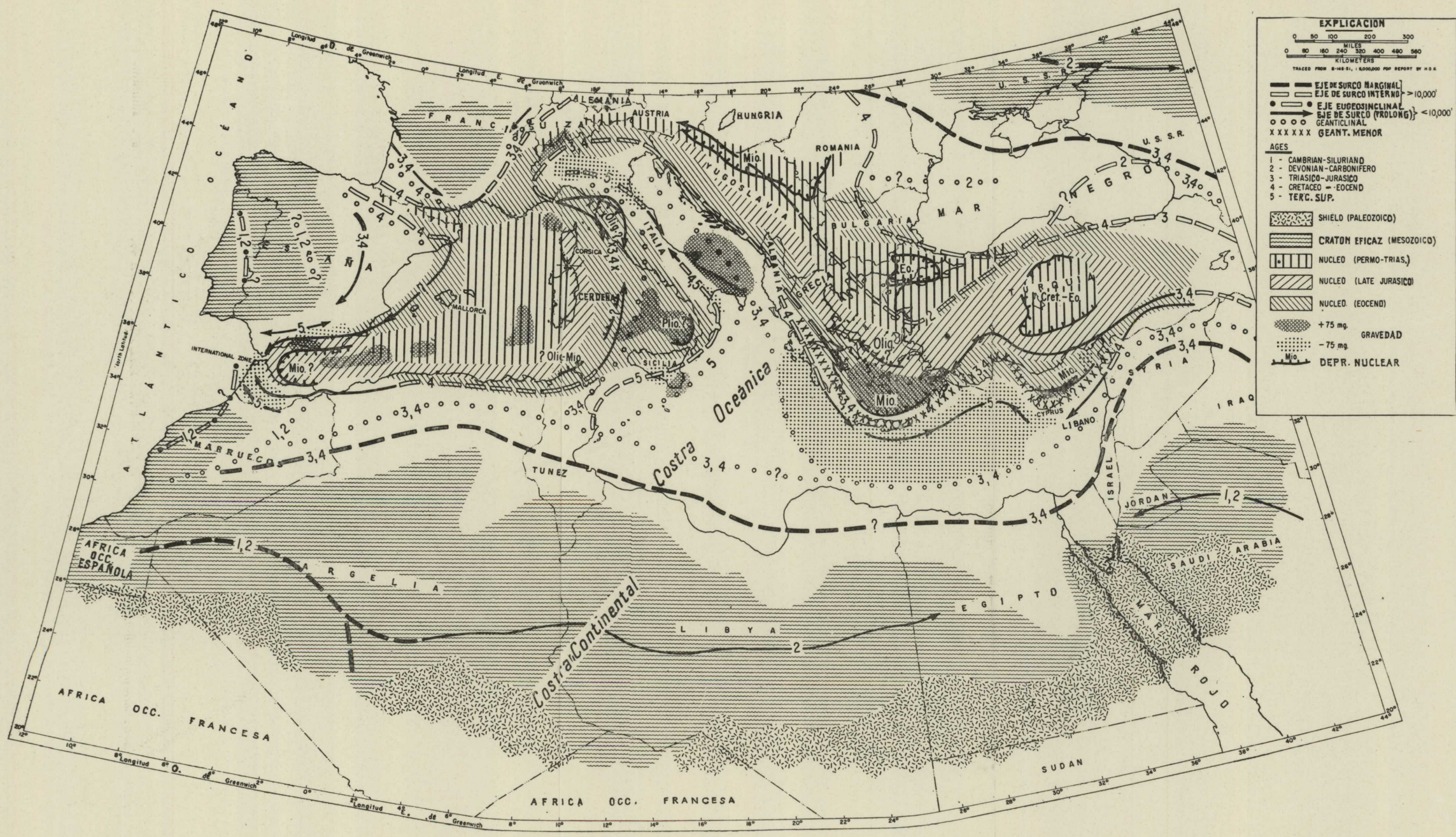


Fig. 7.—Evolución tectónica de la región (Circum-Mediterránea).

rales al eje del surco, si bien sea el alzamiento epirogénico de última etapa el que ha constituido las actuales cadenas de montañas de naturaleza compuesta (Atlas Alto y Medio). En aquellas áreas en que parece haber tenido lugar escasa deformación, los desplazamientos y nuevas alineaciones de cada uno de los surcos sucesivos parecen haber sido regidos por la incorporación al escudo del surco anterior, con deformación relativamente ligera. La falta de deformación intensa en los surcos marginales de África oriental y Siria puede ser atribuida, o bien a tectónica de plataforma, o a la distancia de separación respecto a los cratones. Un área más extensa con serie sedimentaria relativamente delgada en esta región ha dado lugar, más bien, a tectónica de plataforma que no de surco. Por otra parte, la amplia separación entre los cratones flanqueantes resistentes del Mediterráneo oriental (1.200 millas entre los cratones ruso y afro-arábigo, en contraste con las 300 millas que distan entre sí los de España y Marruecos), podría tener como consecuencia la reducción del alcance del acortamiento cortical en los surcos marginales.

Otro esquema de crecimiento, puesto de manifiesto por los mapas paleogeográficos, es el de la migración hacia afuera, a partir de los núcleos de los surcos internos y zonas de serpentina. En la zona interior turco-balcán, y quizás también en la mediterránea occidental, se constituyeron varios núcleos, mediante deformación de un surco interno del Paleozoico medio. El conocimiento actual de esta zona interior es insuficiente y resulta, por consiguiente, imposible especular acerca de si el surco inicial interno estaba en relación con un núcleo más antiguo, o bien si se originó como un surco único en la delgada costra de la zona interior mediterránea. Los esquemas de deposición del Pa-

leozoico medio en Turquía septentrional sugieren su procedencia de un área septentrional, que no era típicamente de escudo, aunque las grauwackas y margas de esta secuencia pudieran haber derivado igualmente de intrusión y extrusión esporádica de rocas básicas en un surco individual, lineal e interno. El crecimiento progresivo de estos núcleos de zona interna, ocasionados por metamorfismo, intrusión y extrusión, desplazó hacia el exterior los surcos periféricos arqueados. Con cada sucesivo desplazamiento de los surcos internos se desarrollaron en ellos inyecciones serpentínicas y también en las márgenes de los núcleos, a lo largo de grandes fisuras de tensión situadas en los bordes de los núcleos en expansión. En Turquía meridional hay una estrecha zona radical que contiene gabros y peridotitas (Kovenko, 1944), y se cree que representa una fisura de tensión a partir de la cual fueron extruidas ofiolitas (Kundig, 1956, pág. 110). Ello tuvo lugar con anterioridad a las fases orogénicas y metamórficas ocasionantes de la deformación del surco. El crecimiento externo del núcleo dió lugar a la creación de una pequeña unidad de tipo cratón, que se hundió más tarde por quebrantamiento en dovelas y deformación hacia abajo, hasta formar tras-fosas (Van Bemmelen, 1954, pág. 67), epi-geosinclinales (Kay, 1951, pág. 56) o cuencas nucleares (Umbgrove, 1941, pág. 44). Estas tras-fosas quedaron rellenas con flysch, marino o no marino, retrabajado a partir de los núcleos deformados y metamorfoscados. Tales características se presentan en las cuencas pirenaicas, de Ergene, de Konya, de la sumergencia del Egeo, de la cuenca lineal entre Chipre y Turquía, y en el desfondamiento de partes del Mar Tirreno. También pudiera ser que el Mediterráneo occidental represente un colapso semejante. La falta de conexiones visibles, no-

toria en varios surcos, resulta así del crecimiento nuclear externo, seguido por hundimiento y sumergencia local. Parecería, en general, que las áreas nucleares dirigieran su expansión hacia afuera, dando lugar a empinadas fisuras a lo largo de sus márgenes, fisuras que fueron ámbito de intrusiones básicas durante la fase geosinclinal temprana. La consolidación subsiguiente del surco, mediante metamorfismo y plutonismo ácido, desplazó la margen nuclear hacia arriba, hasta constituir la en geanticlinal menor, mientras que los núcleos empezaban a desfondarse por detrás. Este esquema general se parece al descrito en Indonesia, en el área utilizada por Van Bemmelen para ilustrar su teoría de las undaciones. En tiempos más recientes, Gangeaud, en su extensa síntesis del Mediterráneo occidental, denominó el levantamiento marginal de este desplazamiento nuclear con la designación de «tectogeno mesogeo» (1957, pág. 869).

Las serpentinas y sedimentos plásticos de los surcos internos han quedado sujetos a deslizamientos gravitativos. Las características de deslizamiento en el área mediterránea pueden ser agrupadas en, por lo menos, cuatro tipos genéticos, basados en las fases progresivas de un período orogénico. Estos tipos y sus combinaciones mutuas han influenciado grandemente la actual estructura del Mediterráneo interior, y la apreciación del papel que desempeñaron en las deformaciones resulta esencial para la comprensión del entramado tectónico.

1. *Tipo de intrusión inicial* (fig. 8).—Durante la fase geosinclinal o preparatoria, la fractura, marginal con respecto al núcleo en expansión, cala en un manantial peridotítico, que suministra material ultramáfico al borde de un surco interno. El basculamiento del geosinclinal inicial, en

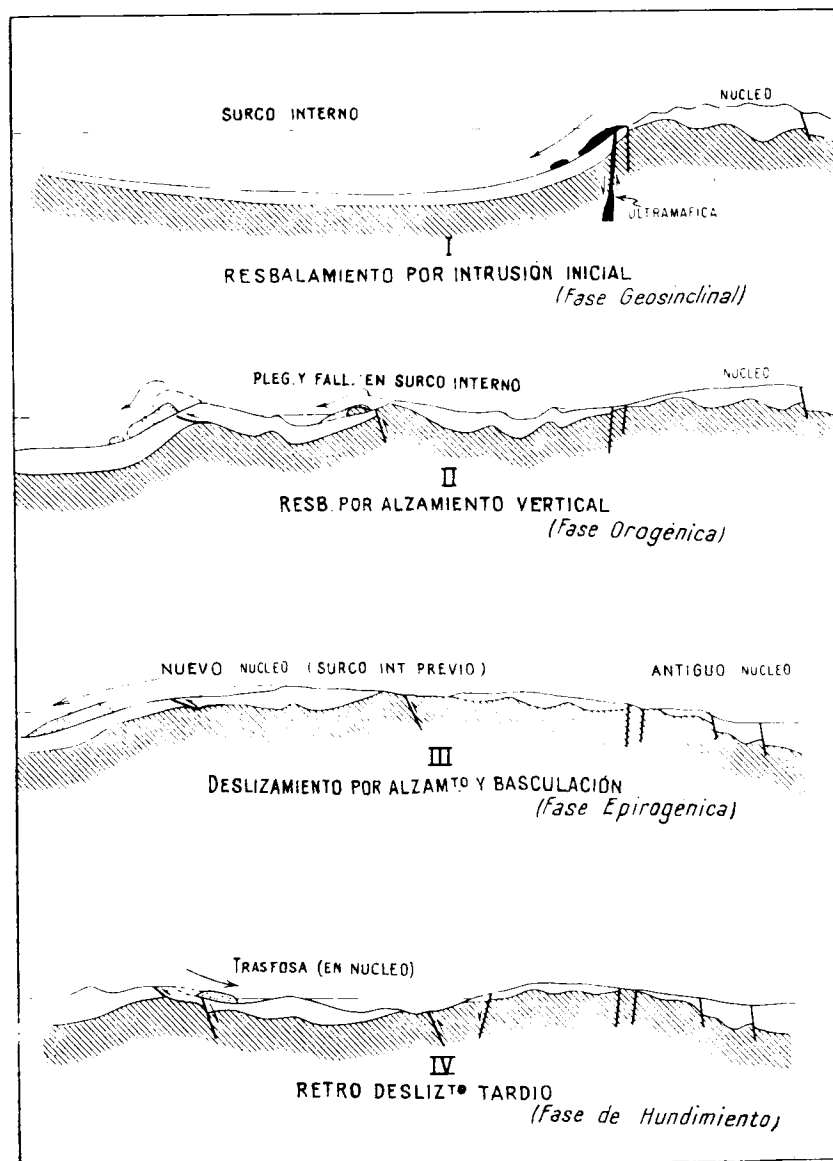


Fig. 8. —Esquema de diversos deslizamientos gravitativos en la región mediterránea.

pendiente que desciende desde el núcleo en alzamiento, origina la fluencia deslizante de las rocas ultramáficas y de su reborde de sedimentos silíceos. El material deslizante queda incorporado a los depósitos del surco interno. Este tipo de resbalamiento se anexiona poco de las rocas circundantes y se compone, sobre todo, de serpentinas y los cherts rojos asociados. El ámbito de la intrusión es, por lo general, de aguas someras, en las que se depositan carbón y calizas arrecifales, pero el deslizamiento consiguiente puede transportar las series a zonas de aguas más profundas.

2. *Tipo de levantamiento orogénico.* —Una vez que la deposición ha rellenado el surco interno comienza, eventualmente, la fase diastrófica o plenamente orogénica. Se desarrollan empinadas fallas, inversas o cabalgantes, que afectan tanto a las rocas sedimentarias como al basamento cristalino subyacente. El basamento, y las rocas que sobre él descansan y que se encuentran así levantadas, se cuartejan en bloques y se deslizan pendiente abajo de la desnivelada zona creada por el alzamiento. Tales cuerpos resultarían caóticos e incorporarían bloques exóticos del material infrayacente. Podrían quedar depositados en las vías marinas remanentes del surco en proceso de deformación, y podrían asemejar una segunda fase del tipo inicial de intrusión. Se ha aplicado la designación de «olistostroma» (acumulación por deslizamiento) a estos depósitos, y la de «olistolitos» (rocas deslizadas), a las rocas exóticas que han sido incorporadas durante el deslizamiento (Flores, 1952). Durante la fase orogénica quedarían limitados estos deslizamientos a la interfosa del surco interno, puesto que el geanticlinal menor constituiría una barrera, límite del deslizamiento externo del material alzado.

3. *Tipo de deslizamiento mediante basculación.* Con

posterioridad a la etapa orogénica, el núcleo, soldado por la deformación previa y la intrusión y extrusión de rocas ácidas, se alza epigénicamente. Una superficie desnivelada, e inclinada como consecuencia, se forma alrededor de la margen del levantamiento, y a lo largo de ella hay unidades que resbalan hacia abajo y hacia afuera, utilizando selectivamente lechos plásticos o planos de cabalgamiento previamente formados.

Una masa de tal carácter incluiría toda la serie situada por encima del nivel plástico y su disposición final, en relación de dependencia con respecto al carácter del material que se desplaza, iría desde la de masas caóticas a la de un típico manto de corrimiento cabalgante. Este tipo de deslizamiento no necesita ser iniciado por compresión lateral o por intrusión. Como consecuencia del movimiento hacia afuera del núcleo, estas masas de deslizamiento sobre superficies inclinadas podrían superar y rebasar los anticlinales menores que se desarrollan a lo largo de los bordes de aquél.

4. *Tipo de retro-deslizamiento tardío.*— Con anterioridad a la fase orogénico-tardía o de estabilización, y durante las fases finales de la etapa conformadora de montañas, movimientos de los bloques crearon cuencas de deposición en los núcleos sometidos a proceso de hundimiento. Estas tras-fosas, a causa de los desnivelamientos que tienen lugar como consecuencia de los movimientos de los bloques, reciben masas en deslizamiento. Estas pudieran afectar, finalmente, disposiciones caóticas, puesto que involucran el re-deslizamiento de uno o de todos los tipos precedentes.

Dentro del Mediterráneo, las rocas próximas a la superficie de los surcos internos han sido deformadas por diversas combinaciones entre los tipos genéticos de deslizamien-

to. En los montes Taurus, de Turquía meridional, los cinturones táurido e iránido presentan una confusa masa de estructuras de mantos («nappes»), aunque encajan en el marco de evolución del Mediterráneo interior. Hay tipos de deslizamiento e intrusión inicial, que fueron consecuencia de la intrusión de serpentinas, conforme los núcleos expansionaron hacia afuera durante el Permiano, y posteriormente durante el Jurásico. Mientras que las serpentinas cretáceas fueron intruidas a lo largo de los geanticlinales menores de las áreas de Creta, Chipre y Antioquía-Hatay, otros deslizamientos del tipo de empuje orogénico desplazaron el material derivado originalmente de los deslizamientos intrusivos jurásicos y los depositaron en una serie caótica de serpentinas-lechos rojos (olistostromas) en margas del Cretáceo superior. Estas margas se estaban depositando dentro de las áreas de sumergencia remanentes en el surco interprofundo que se estaba deformando al N. del geanticlinal menor. En Hatay fueron intruidos y extruidos unos 10.000 pies de ultramáficas cretáceas a lo largo del geanticlinal menor. Esta masa tiene carácter predominantemente ígneo, mientras que en la zona cretácea de serpentinas al NE., considerada a menudo como prolongación de la banda serpentínica de Hatay (Kundig, 1956, pág. 110), se cita la existencia de sedimentos de carácter más exótico. Los sedimentos exóticos del NE. pueden haber tenido su origen como consecuencia de un levantamiento orogénico o de resbalamientos, sobre pendientes de alzamiento, de lechos rojos y serpentinas jurásicas redepositadas en la secuencia marina normal de margas de Cretáceo superior (J. V. Harrison, comunicación personal). En el SE. de Turquía se les ha denominado series de Hakkari a masas semejantes u «olistostromas» de material caótico, que con-

tiene «olistolitos» exóticos cretáceos y eocenos en una matriz de serpentina y flysch de edad oligocena (Altinli, 1954, página 17). En la misma área hay una unidad de Cretáceo superior, semejante quizás al Jurásico retrabajado que se encuentra más al O. (Turkunal, 1953, pág. 13). El complejo alzamiento paleozoico al S. del lago (Van Ternek, 1953, pág. 22) podría haber sido el área de la que han partido, en dirección al S., los deslizamientos por alzamiento orogénico o a favor de la pendiente creada por basculamiento durante el Cretáceo más alto, y de nuevo en el Oligoceno. En otras partes del Mediterráneo este tipo de alzamiento ha sido denominado «deorógeno mesogeo» (Glangetaud, 1957, pág. 884).

En Grecia, el gran apilamiento de mantos por empuje situado a lo largo del frente de las montañas Olinos-Píndos puede representar, dentro de la tectónica gravitativa, ambos tipos, de basculamiento y de retrodeslizamiento tardío. Durante la fase de deposición de la porción de interfosa del surco interno tuvo lugar la intrusión de serpentinas jurásicas, y el material silíceo correspondiente constituyó una delgada zona de margas plásticas silíceas sobre las que se depositaron calizas y flysch cretáceo y eoceno. Conforme se levantó el núcleo, en la época oligoceno-miocena, toda la secuencia situada por encima de las margas jurásicas lubricantes resbaló en dirección O., hacia el Adriático. Por el S., la masa deslizante se detuvo sobre la facies caliza de Trípolitza del anticlinal menor, mientras que al N. la misma zona pareció actuar como barrera resistente. Este deslizamiento parece haber sido originado por fluencia como consecuencia de basculamiento, puesto que los suaves elementos estructurales a su espalda aparecen dispuestos en ángulo recto con respecto a la dirección de deslizamiento.

El macizo de Atica, en el núcleo, comenzó entonces a hundirse y a formar una depresión de tras-fosa, que contribuyó a la relativa deformación convexa del geanticlinal menor. La masa deslizante se dividió entonces, a lo largo de la zona axil del geanticlinal menor, en dos partes, una que se deslizaba hacia el O., sobre la depresión de flysch en la antifosa, apilándose en lo que parecen ser mantos cabalgantes imbricados, y otra mitad que resbaló hacia la cuenca de tras-fosa. Este retro-resbalamiento formó pliegues en S, dirigidos hacia el E., de más de 100 (?) pies de dimensión vertical, en calizas cretáceas, los cuales aparecen actualmente expuestos en cañones situados en el lado oriental del macizo del Peloponeso. Se dice que tanto los productos resultantes de la intrusión inicial y del resbalamiento por alzamiento y basculamiento de serpentinas más plásticas, han movido sobre estas masas de deslizamiento más antiguo en Grecia septentrional (Brunn, 1956, página 104).

Las masas cabalgantes de la cadena de Kyrene, en Chipre, pueden haber resultado como consecuencia de deslizamientos por alzamiento y basculación (Van Bemmel, 1956, pág. 142); es posible que se hayan desarrollado en Creta deslizamientos semejantes con inmediata anterioridad al hundimiento de la tras-fosa egea.

En los Pirineos meridionales y en los Alpes meridionales tuvieron lugar deslizamientos por alzamiento orogénico de materiales que fueron desplazados de los núcleos centrales de las cadenas (De Sitter, 1954, págs. 331-33). El núcleo de los Pirineos parece representar un núcleo atenuado, con surcos internos en sus flancos y con intrusiones y ultramáficas cretáceas situadas a lo largo de una vieja zona de falla herciniana existente en los Pirineos septen-

trionales y un hundimiento de última etapa, señalado por conglomerados oligocenos inclinados hacia el interior a lo largo del flanco SE.

La incorporación de rocas procedentes del basamento cristalino y presentes en los deslizamientos de Argelia y del Riff parecen sugerir un origen análogo por levantamiento orogénico, mientras que el movimiento selectivo sobre la sal triásica de la banda pre-rifeña, parece responder a un deslizamiento por alzamiento y basculación.

Se cree que la iniciación en los Apenninos de los deslizamientos de las *argille scagliose* ha sido debida a alzamiento orogénico, pero esto sigue siendo una apreciación especulativa, puesto que la zona de procedencia constituye ahora una tras-fosa inmersa. Podría atribuirse a alzamiento y basculación de la parte corsa de un núcleo.

Aunque se han opuesto objeciones a las hipótesis de deslizamiento (Cornelius, 1949), quizás la más seria de entre ellas es la que resulta de la consideración de la distancia de movimiento, relativamente grande, que se postula para algunos de los deslizamientos. Muchos geólogos consideran como inadmisibles estas distancias tan grandes de deslizamiento. Ha sido sugerido que los deslizamientos de los Apenninos septentrionales alcanzan dimensiones del orden de los 200 kilómetros (Merla, 1951, pág. 364). Si las *argille scagliose* de los Apenninos meridionales tuvieran una procedencia thyrrena, habría que aceptar casi 400 kilómetros de traslación por deslizamiento hacia el SE. La «melange» o manto de Ankara, en Turquía, se cree que se ha desplazado 350 kilómetros en dirección al S. (Bailey, 1953, pág. 439).

En los Apenninos meridionales se ha señalado la existencia de contactos concordantes entre las facies de tipo

*argille scagliose* y la serie normal infrayacente (Marcasini, 1941), y las cartografías de detalle señalan que los cambios rápidos de facies sugieren más bien un origen autóctono de los depósitos, con sólo deslizamientos menores de tipo alzamiento-basculamiento, pero no resbalamientos de gran escala (Bally, 1954). En el surco de Sicilia se han descrito olistostromas, redepositadas y retrabajadas, de facies del tipo *argille scagliose*, resultantes de desplomes y deslizamientos submarinos de carácter relativamente local, y el surco de Sicilia representa la prolongación S. y SE. del surco interno de los Apenninos meridionales (Benco, 1955; Flores, 1955). Así es que los desplazamientos en los Apenninos meridionales y en Sicilia han quedado reducidos de los 400 kilómetros antes postulados a distancias relativamente cortas de deslizamiento por alzamiento y de resbalamiento por basculación. La gran distancia de los deslizamientos propuestos para los Apenninos septentrionales ha sido puesta en duda. Señala De Sitter que las *argille scagliose*, por su carácter incompetente, no serían capaces de transmitir el esfuerzo que permita tal grado de cabalgamiento y que la acción de «tobogán» o «carrusel», de movimiento propagado y sucesivo de los deslizamientos, exige un conjunto fortuito de circunstancias. Además, los levantamientos compuestos de cuñas que promovieron esta acción, son considerablemente diferentes unos de otros, desde el punto de vista tectónico. Es posible que la facies mesozoica «Umbra», de margas y calizas, de los Apenninos centrales, sea una banda plegada que pasa a la zona de deslizamientos tectónicos de las *argille scagliose*. También se supuso que las series de Loiano y las series oligo-miocenas de sedimentos de tipo costero normal se habían depositado, en el área thyrrena, sobre las *argille scagliose* mediante

proceso de deslizamiento progresivo (Merla, 1957, página 25), pero podrían responder también a deslizamientos menores de los depósitos costeros del Mioceno del Valle del Po. En su examen de las características de deslizamiento de los Apenninos septentrionales, afirma De Sitter que, aunque mucho de lo anormal en la disposición de las *argille scagliose* es debido a resbalamientos a lo largo de pendientes, mucho pueda ser debido a compresión lateral, estrujamiento y acción diapírica. «Esto implica, desde luego, la existencia original de más de una depresión marina profunda con intrusiones ofiolíticas que estuvieran ubicadas, con mayor probabilidad, a ambos lados E. y O. del núcleo central, los Alpes apuanos, ya que estos últimos están desprovistos de estas intrusiones ofiolíticas» (1954, pág. 341).

Una interpretación semejante puede ser probada en el mismo surco interno, en su porción griega, donde se depositaron la caliza de Tripolitza y calizas arrecifales sobre el geanticlinal menor; éste establecía una separación local en el surco, entre una fosa interior con ofiolitas, calizas y flysch, y una antifosa externa con caliza, y flysch sin ofiolitas. Si se aplica este esquema a Italia, los dos surcos reducirían el alcance del deslizamiento a un orden de magnitudes comparable al de las dimensiones, más reducidas, de los deslizamientos en las restantes zonas del surco. Los 6.000 pies de clásticas resedimentadas del macizo oligoceno podrían constituir una acumulación de tras-fosa de suficiente peso, capaz de iniciar el estrujamiento y acción diapírica sobre las *argille scagliose* subyacente, aunque también podrían haber actuado retro-deslizamientos tardíos, como ocurre en Grecia, donde *argille scagliose* relativamente elevadas se deslizaron pendiente abajo y sobre la depresión de tras-fosa.

En Turquía, los ámbitos de intrusiones para las facies triásico-jurásicas de caliza, arenisca, marga, cherts de radiolarios y serpentinas, se disponían marginalmente con respecto al lado N. del macizo de Kirsehir, durante la etapa temprana del crecimiento nuclear. La formación de cuencas de tras-fosa de última etapa, durante el Cretáceo superior y el Eoceno, pueden haber dado origen a un declive que permitiese el deslizamiento hacia el S. de la serpentina y materiales asociados. Aquí, como en Grecia, aparece involucrado un movimiento tardío de retro-resbalamiento. Puesto que la presentación más tardía de las series serpentínicas tiene lugar al S. de Ankara, y como las cristalinas que rodean el núcleo central de Kirsehir se considera que están «in situ» (Egeran, 1947), el deslizamiento se reduce a retro-resbalamientos locales de última etapa, debidos a basculamientos en el área de la cuenca de tras-fosa.

De esta manera los fenómenos de deslizamiento gravitativo resultan difíciles de clasificar por sus características físicas, aunque una aproximación a su explicación lo constituye el estudio de la evolución de la armazón tectónica y esquema de su desarrollo en las localidades, a lo largo de los diversos surcos, donde mejor están puestas de manifiesto. A las complicaciones que resultan del datado de la actividad ultrabásica, causada por el deslizamiento durante las diversas fases del ciclo orogénico, deben ser añadidas las que resultan de la posibilidad de reintrusión de las serpentinas. Las ofiolitas permotriásicas de los montes Taurus septentrionales parecen haber sido reintruidas en el flysch oligoceno. En Grecia septentrional hay serpentinas que entrecruzan calizas cretáceas, y que pudieran representar la reintrusión de serpentinas jurásicas.



RESUMEN DE LA EVOLUCIÓN TECTÓNICA

Mostramos en tres cortes esquemáticos la evolución de un perfil del Mediterráneo, entre el Mar Negro y África del Norte. A finales de la época jurásica el núcleo contenía sedimentos del Paleozoico medio y serpentinas del Permiano, que habían sido eficazmente soldadas, mediante intrusión y extrusión de rocas ácidas y metamorfismo local, hasta constituir un escudo en miniatura. A lo largo de las márgenes del núcleo intruyeron serpentinas a través de una empinada fisura, y muy bien pudo haber tenido lugar deslizamiento inicial de tipo intrusivo. La serpentina quedó restringida a la porción con carácter de fosa interna del surco interior, aunque en la antifosa se depositó una facies de flysch o de arcillas compactas, más allá de las calizas del geanticlinal, menor y relativamente positivo. El alzamiento del geanticlinal menor, a lo largo de las posiciones axiales del surco interno, está relacionada, probablemente, con la formación subcortical de serpentinas, que más tarde intruyeron en esa zona. Ha sido sugerido que, allí donde la discontinuidad de Mohorovicic se aproxima, relativamente, al nivel del mar, en áreas de delgada cobertura cortical, el aporte de agua, desde las capas de la superficie cortical, cambiaría en serpentina el olivino de la capa peridotítica de la Tierra, y ello envuelve un incremento aproximado de 25 por 100 en volumen (Hess, 1956, pág. 403).

Este mecanismo explicaría el abombamiento del geanticlinal menor. El escudo, con su capa siálica, relativamente más gruesa, suministraba activamente clásticas y carbonatos al surco marginal.

En las épocas cretácea y eocena el núcleo se desplazó hacia fuera, hasta la vecindad del geanticlinal menor. La

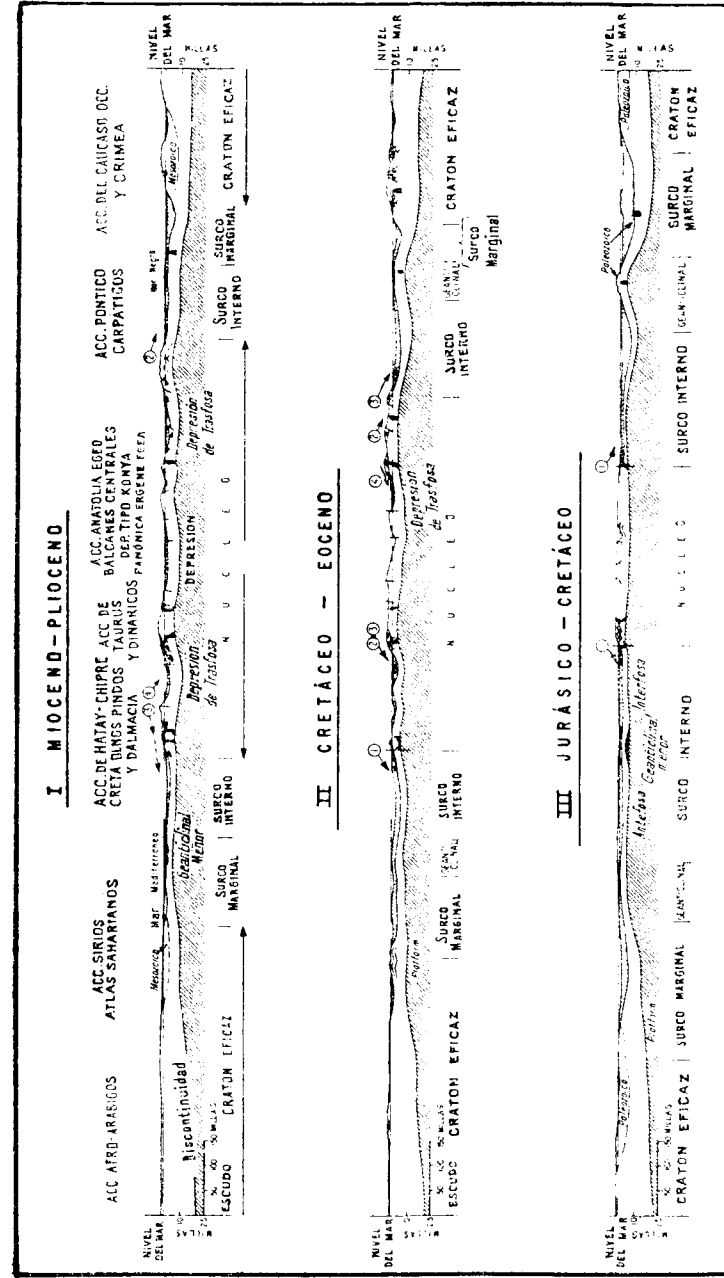


Fig. 9.—Cortes diagramáticos de la región mediterránea oriental. El punto negro indica deposición y lo negro indica ultrabásicas. 1, intrusión íntera; 2, levantamiento orogénico; 3, alzamiento basculante; 4, deslizamiento de tipo retro-resbataamiento.

porción de umbral del surco experimentaba entonces deformación, y tenían lugar deslizamientos debidos a alzamiento por empuje orogénico, que originaron la re-deposición, en la serie cretácea, de olistostromas procedentes de resbalamientos de intrusión orogénica inicial del Jurásico. Las partes interiores del núcleo se hundieron, lo que dió origen a retro-deslizamientos tardíos en áreas de tras-fosa. Intruyeron serpentinas en la zona del geanticlinal menor, y a lo largo de la margen externa tuvieron lugar resbalamientos locales del tipo de intrusión inicial. El surco marginal quedó sujeto a deformación, que variaba en intensidad según la ubicación del cratón, la proximidad de algún geanticlinal resistente y el grueso de la serie. En Africa NE, la deformación fué menor, mientras que en el Cáucaso el surco marginal parece haber quedado superimpuesto sobre el lado N. de un surco interno más viejo del Paleozoico medio, que quedó deformado hasta funcionar como un geanticlinal, el cual separaba, por un lado, un surco marginal de deposición tardía en el N. y, por otro lado, un surco interno en el S. La relativa delgadez de la serie y la gran distancia existente entre el cratón efectivo meridional del Nordeste de Africa septentrional y el núcleo de Anatolia, en oposición a la convergencia de surcos que tiene lugar en el NO. de Africa, es lo que puede explicar la falta aparente de intensidad de deformación en el SE. del Mediterráneo.

En la época mio-pliocena, el surco de interfosas quedó soldado al núcleo, y se desarrollaron resbalamientos de alzamiento y basculación antes de que el área se hundiese y de que tuviera lugar acumulación en la depresión de tras-fosa. La antifosa se convirtió entonces en el surco interno de deposición, y el surco marginal se desplazó al interior, alejándose del escudo.

#### RELACIÓN CON LOS CONCEPTOS EN USO ACERCA DE LA DEFORMACIÓN TERRÁQUEA

Aunque no se ha incluido a la totalidad de los Alpes en esta discusión, es de interés señalar que el apretado arco que ocupan yace a lo largo del área de convergencia de una zona de surco marginal, de pobre desarrollo, y de otra donde casi empalman dos áreas de surco interno (fig. 7), disposición que es única en todo el Mediterráneo. La trinidad de Steinmann, compuesta de cherts radiolaríticos, lavas almohadillas y serpentinas, que se encuentran en el surco interno, ha sido relacionada con los sistemas alpinos de montañas (Steinmann, 1927). Se cree que la presencia de las serpentinas ubicadas dentro de estos sistemas está en relación con la delgadez de la costra, en la que se han desarrollado los surcos internos, en oposición al efecto aislante que consigue la gruesa columna cortical siálica de los surcos marginales que marginan el cratón. Se estima que la relación que expresa esta diferencia de espesores es de 7 a 1 (35 km. sobre los continentes y 5 sobre el Mediterráneo interior), contados hasta la discontinuidad de Mohorovicic (Ewing, 1955, pág. 3). Allí donde un surco interno rebasa descansando sobre un surco marginal más viejo (Terciario alto de Persia y Túnez) la acción ultrabásica es o considerablemente menor, o inexistente. La plasticidad relativa de los sedimentos en los surcos internos es lo que sustancia la conclusión de la gran movilidad que se atribuye a la tectónica alpina; sin embargo, si el concepto de deslizamiento gravitativo suplanta al de cabalgamientos de gran escala por empuje, los cinturones alpinos de la región circum-mediterránea no logran representar los am-

plios acortamientos, o intensa deformación de la corteza, que fué y ha sido considerada siempre, hasta ahora, como asociada a la mecánica de la deformación alpina.

Los conceptos geológicos habituales que se estiman como causas de orogénesis incluyen: 1), contracción de la corteza terráquea por enfriamiento interno; 2), existencia de corrientes subcorticales de convección, que resultan de gradientes térmicos internos, verticales y horizontales, y 3), los conceptos de undación mediante utilización de reacciones químicas en la capa superior de la Tierra (De Satter, 1956, a, pág. 497). Cuando se aplican estos conceptos o sus diversas combinaciones a los esquemas evolutivos del armazón tectónico en la zona circum-mediterránea, parece que se encuentran dificultades. La tectogénesis (Hess, 1939), que se cree resultante de corrientes subcorticales de convección, ha sido empleada para explicar el origen de las anomalías negativas de la gravedad, la presencia de las serpentinas y la tectónica alpina. La inserción de serpentinas a lo largo de fisuras marginales con respecto al núcleo en zonas de aguas someras (Kundig, 1956, pág. 110), la falta de grandes acortamientos corticales en el surco interno y la delgada serie de gran parte del surco interno, con sus 50-75 millas de ancho, todo ello está en oposición con el concepto de un tectógeno, que se deforma convexamente hacia abajo, y del que se supone que penetra, en primer lugar, en la capa de peridotita, y que consecuentemente expulsa, por estrujamiento, el material del surco. En la teoría de undación, de Von Bemmelen, se utiliza el concepto de subsidencia geosinclinal como mecanismo de gatillo, que desencadena cambios de temperatura y presión en la capa basáltica que yace bajo la corteza, lo cual lleva a la segregación o «dipo-diferenciación» y crea un «asteno-

lito» magmático con un frente básico. Es este frente diferenciado, más bien que la capa peridotítica, el que constituye el manantial de procedencia de la combinación serpentina-ofiolita de la etapa geosinclinal temprana. La subsidencia relativa y el espesor de material acumulado en el surco interno varían en la región mediterránea. En áreas de delgada acumulación y escasa subsidencia (Turquía y Grecia) hay pruebas de emplazamiento de una gran cantidad de serpentina, mientras que en áreas de subsidencia relativamente mayor (Dalmacia y Alpes meridionales), es generalmente muy escasa la inserción ultramáfica. Lo que está en oposición con el concepto de mecanismo de gatillo de subsidencia geosinclinal que explique la diferenciación astenolítica, puesto que sugiere que un ligero chapado sedimentario permite fácil acceso a la zona de peridotita, mientras que una gruesa cobertura de sedimentos impide el escape de ultramáficas.

Recientemente se ha aplicado una combinación de ambos mecanismos a la región del Caribe (Eardley, 1954, página 61). Según este concepto, una columna radiactiva ascendente crea el área positiva, o geotumor, que sustituye al astenolito empleado en la teoría de la undación. Esta columna se convierte en una célula de convección asimétrica, la cual crea un tectógeno marginal. Semejantemente a lo que ocurre con el concepto de undación, la retirada del material síalico menos denso del área positiva tiene como consecuencia anomalías de gravedad relativamente altas en el área del geotumor «nuclear» en proceso de hundimiento. La falta de espesores sustanciales de material sedimentario en muchas partes de los surcos internos mediterráneos, periféricos con respecto a los núcleos, hace dudoso el que la proporción volumétrica correspondiente a la cantidad de

material que ha de ser eliminado para crear tales anomalías de la gravedad, iguala a la que realmente se deposita, aunque existan anomalías por exceso de gravedad en determinadas áreas nucleares del Mediterráneo. Las tectónicas gravitativas de abultamientos orogénicos a lo largo de los surcos internos puede ser adscrita a reajustes por contracción del interior de la Tierra (De Sitter, 1956; Bucher, 1956). Se cree que ha tenido lugar acortamiento cortical compresivo, «en todos sentidos», a lo largo de zonas móviles relativamente estrechas, que resultaron debilitadas por emanaciones gaseosas calientes ascendentes por fracturas resultantes de seísmos de foco profundo (Bucher, 1956, pág. 1316). La movilidad comprobable de estas zonas parece estar causada por la plasticidad de los sedimentos, más bien que por la introducción de material gaseoso caliente.

Sin embargo, en la zona interna de los núcleos y de las fosas internas, la imagen de esquema del Circum-Mediterráneo nos trae a la mente más bien la idea de convección subcortical en el desplazamiento geosinclinal inicial, aunque parezca faltar el intenso abombamiento hacia abajo. Siguiendo, por consiguiente, la deformación orogénica del surco interno durante la fase epirogénica constitutiva de montañas, tiene lugar un alzamiento de tipo geotumor. Así en cualquier área, a través de todos los tiempos, se hace notar, en las zonas interiores del Mediterráneo, el efecto de undación del movimiento ondular de, primero, un geosinclinal, luego un alzamiento y, finalmente, hundimiento. La falta de intenso acortamiento cortical en los surcos internos, si es que las tectónicas gravitativas suplantán al cabalgamiento por empuje, de gran escala, podría concebiblemente eliminar las más importantes de entre las objeciones opuestas en tiempos recientes a la teoría de la

contracción al reducir apreciablemente las proporciones calculadas de acortamiento cortical. Durante la fase orogénica de ambos surcos, marginal e interno, es posible concebir un acortamiento cortical limitado, resultante de contracción en el interior de la Tierra, aunque en el surco interno muy pequeña parte del acortamiento observado parezca ser atribuible a deformación cortical. Quizá una combinación de todos tres mecanismos, actuando durante las diversas etapas de un ciclo constitutivo de sistemas plegados, pudiera resistir la prueba de futuras investigaciones.

#### CONCLUSIONES

En general, la región circum-mediterránea parece haber sido el escenario y asiento de acrecimiento continental y nuclear, con una tendencia dirigida al relleno de las áreas sumergidas, pasadas y actuales, con creación de una gruesa costra continental en áreas ocupadas previamente por la delgada costra oceánica de la región de Tethys. El desplazamiento hacia afuera de las márgenes de los escudos y la expansión pulsativa de las zonas nucleares, desarrollaron dos tipos diversos de surcos. Los espesores uniformes de sedimentos carbonáticos y ortocuarcíticos, derivados de los escudos y depositados en los surcos marginales, difieren de los espesores variables de los sedimentos básicos, de procedencia nuclear, depositados en los surcos internos. Un surco marginal ha cedido en forma relativamente rígida y está caracterizado por la presencia de estructuras de compresión, cuya intensidad y orientación están en relación con los espesores de acumulación sedimentaria y con los efectos de contención creados por el cratón y por el geoan-

tielinal. Un surco interno contiene, por lo general, una secuencia sedimentaria relativamente plástica, la cual cede por deslizamiento gravitativo y produce lo que simula, en superficie, una gran movilidad. Deslizamientos gravitativos pueden tener lugar durante cualquier tramo o etapa del ciclo orogénico, y en el circum-mediterráneo se encuentran ejemplos de cuatro tipos orogénicos. Los espesores y orientación de los sedimentos de un surco interno ejercen escaso efecto, si es que producen alguno, en las orientaciones individuales o intensidad de deformación de las estructuras. Un surco marginal parece prestarse a la predictibilidad de sus tipos estructurales, orientaciones e intensidades, mientras que las características estructurales del surco interno son mucho más difíciles de predecir. Los surcos aparecen separados, por lo general, por una barrera de tipo plataforma o geanticlinal, aunque la falta local de esta barrera pudo causar mezcla de los sedimentos en los dos surcos, lo que tuvo como consecuencia, cuando ocurrió deformación posterior, la convergencia de los arribamientos estructurales.

A las características de primera categoría del escudo, geanticlinales, núcleos y los dos tipos de surcos, deben añadirse las características secundarias y de deformación de última etapa, que alteraron el esquema tectónico del Mediterráneo. Al O. de la línea Córcega-Cerdeña, se depositaron las facies germánicas evaporíticas del Triásico (Gignoux, 1955, pág. 279), sobre la región mediterránea occidental, incluyendo también el incipiente surco interno, periférico con respecto al núcleo occidental de desarrollo, relativamente tardío. Este tramo móvil introdujo tectónicas diapíricas a lo largo del declive originado por las zonas geanticlinales y por los bordes en cuña de los surcos (Ríos,

1948, pág. 220) y actuó localmente como una unidad móvil clave para cabalgamientos locales y deslizamientos por basculación. Margas móviles, depositadas en los ámbitos circundantes de los surcos internos durante el Paleozoico inferior y medio, sirvieron también como lechos «lubricantes» para deslizamientos de alzamiento de última etapa. El manto de Hadim, del Taurus central, utilizó margas móviles del Devoniano, mientras que en otros mantos de la Montagne Noire, independientemente de su procedencia, son margas ordovicenses las que actúan como unidad lubricante.

El alzamiento epirogénico, de etapa relativamente tardía, de muchas de las actuales cadenas de montañas, es el que ha creado los cinturones compuestos de montañas de los Atlas Alto y Medio, el Cáucaso y los Apeninos. En ellos, los rumbos estructurales impresos durante la deformación orogénica que precedió al alzamiento epirogénico están esencialmente de acuerdo con los ejes de un surco más antiguo, que pudo haber bisectado una parte del actual levantamiento montañoso. Pliegues hercínianos orientados de NE. a SO., visibles en la parte central del alzamiento epirogénico del Alto Atlas, corresponden a las directrices de plegamiento, de edad semejante, en la zona SO. del Atlas Medio. Estas directrices se desarrollaron durante la deformación hercínica del eugeosinclinal interno y de los surcos marginales contra el geanticlinal paleozoico. Las directrices deposicionales posteriores, de épocas post-hercínicas, crearon surcos divergentes en el Alto Atlas que, en épocas post-eocenas, se plegaron en disposición paralela con respecto a los ejes del surco mesozoico. El alzamiento epirogénico plioceno, de última etapa, elevó ambas cadenas de montañas dirigidas más bien, según los rasgos

deposicionales mesozoicos, que los paleozoicos. Las cadenas de montañas así levantadas son sistemas compuestos en el sentido de que muestran características de pliegue y empuje que están de acuerdo con la orientación original de surcos divergentes (Paleozoico y Mesozoico), que ocuparon porciones separadas de un mismo sistema de montañas. El sistema compuesto del Alto Atlas representa dos etapas principales de plegamiento (Herciniana y Eocena), dispuestas en ángulo recto una respecto de la otra, mientras que en el Atlas Medio ambas etapas son subparalelas.

La configuración del escudo y del cratón eficaz, han ejercido influencia en las variaciones de orden menor del esquema deposicional de los surcos marginales, y esta configuración puede haberse extendido lo bastante, hacia afuera, como para influenciar los ámbitos o focos, y las cantidades de intrusiones ultramáficas de los surcos internos. En Argelia, Libia y desierto oriental de Egipto hay entranques dispuestos en ángulo recto con respecto al surco marginal, que parecen estar orientados paralelamente con respecto a la configuración de las directrices precambrianas del escudo afro-arábigo. La gran acumulación de ultramáficas en el área Hatay-Antioquía (Dubertret, 1955, página 156) está en línea con desgarres del basamento en el Líbano y Siria (Henson, 1951, pág. 124), puesto que bisectan, localmente, las directrices de surco de Siria occidental.

Las actuales cuencas de deposición terciaria pueden ser agrupados en los tipos: 1), acrecimiento hacia afuera de los surcos marginales o internos, y 2), hundimiento de los núcleos y cratones. Resultado de acrecimiento externo de surcos internos son las cuencas del Po, de Bradanica, y las de Grecia occidental y Marruecos septentrional. La depresión de la Sirte y los depósitos terciarios frente al Cáucaso

son consecuencia del acrecimiento externo de surcos marginales. El valle del Ebro, en España, es una combinación resultante de migración de surcos marginales e internos. Las depresiones de Pannonia, de Ergene, de Konya y las meridionales de Turquía y Mediterráneo occidental son, al parecer, consecuencia de hundimiento nuclear, mientras que las cuencas de la Meseta española son resultado de hundimiento cratónico.

Los conceptos de contracción, convección y undación, propuestos para explicar los movimientos mayores de la Tierra, parecen encontrar dificultades de orden mecánico cuando se aplican a la evolución del armazón tectónico del Circum-Mediterráneo—existen, sin embargo, ciertas analogías, con respecto de cada uno de esos conceptos, que se hacen notar durante las diversas fases de un ciclo orogénico. Aunque rebasa los límites de este trabajo, de alcance regional, profundizar en exceso en concepto de conformación terráquea, parece que cualquier teoría u orogenia debería incluir y explicar la evolución tectónica de este área, que ha sido esencialmente la de cratón y acrecimiento nuclear, resultante por desplazamiento, hacia afuera, de dos tipos distintos de surcos.

#### BIBLIOGRAFÍA

- ALUSI, J. B.: *The Geology of Southeastern Sirt*. «Rev. Faculté Sci. Univ. d'Istanbul», Ser. B, tome 19, fasc. 1, pp. 1-31, 1954 a.  
 —: *The Geology of Southern Hakkari*, *ibid.*, pp. 33-65, 1954 b.  
 LEBRON, R., and NELLNER, L.: *Haut Atlas et Anti-Atlas occidentaux*. «19th Int. Geol. Cong., Algiers, 1952», Ser. Maroc, no. 13, excurs. C 33, 83 pp., 1952.  
 ARNI, P.: *Tectonische Grundzüge Ostanatoliens und benachbarter Gebiete*. «Mad. Tet. ve Arama Enst. Yayinlaridani», Ser. B, no. 4, pp. 51-90, Ankara, 1939.  
 BAILEY, E. B., and McCALLEB, W. J.: *Serpentine Lavas, Ankara Melange*

- and the Anatolian Thrust, «Trans. Roy. Soc. Edinburg», vol. 62, pt. 2, no. 11, pp. 403-42, 1953.
- BALLY, A.: «Geologische Untersuchungen in den S. E. Abruzzens», 289 pp. Boller Buchdruck, Zurich, 1954.
- BENEVO, E.: *Les résultats des études pour la recherche pétrolière en Sicile (Italy)*, «Proc. Fourth World Petrol. Cong., sec. 1, pp. 108-21, 1955.
- BISIC, Z.: *Das Problem der Faziesverteilung in den Dinariden Jugoslawiens*, «19th Int. Geol. Algiers, 1952», proc., sec. 13, fasc. 13, pp. 67-75, 1952.
- BISHOPP, D. W.: *Some New Features in the Geology of Cyprus*, *ibid.*, sec. 15, fasc. 17, pp. 1318, 1952.
- BOUMENTHAL, M. M.: *Geologie des östlichen Balkanlands, seiner nördlichen Randgebiete und westlichen Ausläufer*, «Mém. Trav. ve. Ann. Inst. Yugoslavien», ser. D, no. 7, 169 pp., 1955.
- Das tsamische Hochgebirge des Madagascars - neue Forschungen zu seiner Geographie, Sierographie, u. Tektonik*, *ibid.*, ser. D, no. 6, 136 pp., 1952.
- Recherches géologiques dans le Taurus occidental dans l'ancien pays d'Alanya*, *ibid.*, ser. D, no. 5, 125 pp., 1951.
- Geologie der Taurus Ketten im Hinterland von Sydische und Beysevan*, *ibid.*, ser. D, no. 2, pp. 111-242, 1947.
- BOLEN, J., HILLY, J., and ROUMIAN, M.: *Recherches géologiques en Nord-Constantinois*, «19th Int. Geol. Cong., Algiers, 1952», C. R., ser. Algérie, no. 23, 183 pp., 1952.
- BRUDERER, W., and LAMY, R. G.: *Considerations sur la 'Nappe Provençale' d'après les travaux de la Société Chimérique des Pétroles*, *ibid.*, fasc. 21, pt. 2, pp. 277-94, 1954.
- BRUNX, J. H.: *Contribution à l'étude géologique du Pindus Septentrional et d'une partie de la Macédoine Occidentale*, «Annuaire Geol. des Pays Helleniques», vol. 7, p. 345, 1956.
- Les éruptions ophiolithiques dans le NW de la Grèce leurs relations avec l'orogénèse*, «19th Int. Geol. Cong., Algiers, 1952», C. R., sec. 15, fasc. 17, 1952.
- BRYN, J. W., JR.: *Isogam Maps of Europe and North Africa*, «Geophys. Prosp.», vol. 3, no. 1, pp. 1-14, 1955.
- BÜCHER, W. H.: *Role of Gravity in Orogenesis*, «Bull. Geol. Soc. America», vol. 67, no. 10, pp. 1265-1318, 1956.
- CASTANY, G.: *Etude géologique de l'Atlas Tunisien Oriental*, «Ann. Min. and Geol. Tunisie», no. 8, 633 pp., 1951.
- CHOUBERT, G.: *Anti-Atlas Occidental*, «19th Int. Geol. Cong., Algiers, 1952», ser. Maroc, no. 10, excus. A36, 69 pp., 1952.
- Histoire géologique du Domaine de l'Anti-Atlas*, *ibid.*, Mon. Reg., ser. Algérie, no. 6, pt. 2, pp. 78-194, 1952.
- CORNELIUS, H. P.: *Zur Kritik der Gleichhypothesen der Gebirgsbildung*,

- «Anzeiger der Akademie der Wissenschaften, Vienna, Math. Nat. Klasse, vol. 86, p. 223, 1949.
- DELGA, M. D.: *Le Sud-Ouest de la Petite Kabylie*, «19th Int. Geol. Cong., Algiers, 1952», Mon. ser. Algérie, req. no. 10, p. 62, 1952.
- DE SITTER, L. U.: «Structural Geology», 552 pp. McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, 1956a.
- — — *A Cross Section through the Central Pyrenees*, «Geol. Rundschau», vol. 45, no. 2, pp. 214-33, 1956b.
- — — *A Comparison between the Lombardy Alps and the Dolomites*, «Geol. en Mijnbouw» (N. W. ser.), no. 3, pp. 70-77, 1953c.
- — — *Gravitational Gliding Tectonics*, «Amer. Jour. Sci.», vol. 252, no. 6, pp. 32-44, 1954.
- — — *Classification des dans le Haut Atlas*, «Geol. en Mijnbouw», N. W. ser., no. 5, pp. 277-82, 1952.
- DEMBRETT, L.: *Geologie des roches vertes au Nord-Ouest de la Syrie et du Hauran (Turquie)*, «Notes and Mem. Mid-East. Mus. Nat. d'Hist. Paris», tome 6, pp. 1-179, 1955.
- DUPOUY-CAMEL, J.: *Triassic Diapiric Salt Structures, Southwestern Aquitaine Basin, France*, «Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.», vol. 37, no. 10, pp. 2348-88, 1953.
- EARDLEY, A. J.: *Tectonic Relations of North and South America*, *ibid.*, vol. 38, pp. 767-73, 1954.
- EGERAN, E. N.: «Tectonique de la Tunisie», 197 pp. George Thomas, Nancy, 1947.
- EWING, M., and PRESS, F.: *Geophysical Contrasts between Continents and Ocean Basins*, «Geol. Soc. America Spec. Paper 62», pp. 1-6.
- FABIANI, R.: «Trattato di geologia», pp. 493-507, Inst. Grafico Tiberino, Rome, 1952.
- FALLOT, P., DELIZAR, J., MARCAIS, J., and SUREZ, G.: *Maroc septentrional (Chaîne du Rif)*, «19th Int. Geol. Cong., Algiers, 1952», ser. Maroc, no. 7, excus. A31 and C31, 62 pp., 1952.
- FLANDRIN, J.: *La chaîne du Djurdjura*, *ibid.*, Mon. Reg., ser. Algérie, no. 10, 48 pp., 1952.
- FLORES, G. (discussion), in BENEVO, E.: *Les résultats des études pour la recherche pétrolière en Sicile (Italy)*, «Proc. Fourth World Petrol. Cong.», sec. 1, pp. 121-22, 1955.
- GEZE, B., DE SITTER, L. U., and TRUMPY, R.: *Sur le sens du déversement des nappes de la Montagne Noire*, «Bull. Soc. Geol. France», ser. 6, t. 2, pp. 491-533, 1952.
- GEZE, B.: *Etude géologique de la Montagne Noire et des Cévennes méridionales*, «Mém. Soc. Geol. France», no. 62, 215 pp., 1949.
- GIGOUR, M.: *Etudes géologiques sur la meseta marocaine occidentale*, «Morocco Serv. Geol.», notes et Mem., no. 86, 507 pp., 1951.
- GROUX, M.: «Stratigraphic Geology», Freeman, San Francisco, 1955.

- GLANGEAUD, L.: *Correlation chronologique des phénomènes géodynamiques dans les Alpes, L'Apennin et l'Atlas Nord-Africain*. «Bull. Soc. Geol. de France», vol. 16, fasc. 7-9, pp. 867-91, 1957.
- HENSON, F. R. S.: *Observations on the Geology and Petroleum Occurrences of the Middle East*. «Proc. Third World Petrol. Cong.», sec. I, pp. 118-40, 1951.
- BROWNE, R. V., and MCGINTY, J.: *A Synopsis of the Stratigraphy and Geologic History of Cyprus*. «Quar. Jour. Geol. Soc. London», vol. 55, no. 417, pp. 1-39, 1949.
- HESS, H. H.: *Serpentines, Orogeny, and Epeirogeny*. «Geol. Soc. America Spec. Paper 62», pp. 391-408, 1955.
- *Island Arcs, Gravity Anomalies, and Serpentine Intrusions*. «17th Int. Geol. Cong., Moscow, 1937», rept 17, vol. 2, pp. 263-83, 1939.
- HIESSELEITNER, G.: *Serpentin-und Chromerz-Geologie der Balkanhalbinsel*. «Geol. Bundes Jahrb», ser. 1, Vienna, 683 pp., 1951.
- INEICHEN, G.: *Petrole, gaz naturels et asphaltés du géosynclinal alpinique*. «Proc. Third World Petrol. Cong.», sec. I, pp. 190-218, 1951.
- KAY, G. M.: *North American Geosynclines*. «Geol. Soc. America Mem. 48», 143 pp., 1951.
- KOVENKO, V.: *Province métallogénique de Guleman-Ferganimadae*. «Mad. Tet ve Arama Enst. Yayınları», vol. 9, no. 1/31, pp. 47-65, 1944.
- KUNDIG, E.: *The Position in Time and Space of the Ophiolites with Relation to Orogenic Metamorphism*. «Geol. en Mijnbouw» (N. W. Ser.), no. 4, pp. 106-14, 1956.
- LELUBRE, M.: *L'Antécambrien de l'Ahaggar (Sahara Central)*. «19th Int. Geol. Cong., Algiers, 1952», ser. 1, no. 6, 147 pp., 1952.
- LEVY, R. G., and THURROY, R.: *Maroc septentrional (Chaîne du Rif)*. *ibid.*, ser. Maroc, no. 8, excur. A31, 65 pp., 1952.
- LLOPIS, X.: *Types de chaînes alpidiques du littoral méditerranéen Franco-Espagnol et leurs rapports avec les Alpes Françaises*. *ibid.*, *proc.*, sec. 13, fasc. 14, pp. 261-79, 1952.
- LUCAS, G.: *Bordure nord des Hautes Plaines dans l'Algérie occidentale*. *ibid.*, *Mon. Reg.*, ser. Algérie, no. 21, 139 pp., 1952.
- MARCASINI, E.: *Transgressioni e discordanze nella regione dell'alto corso di Fiumi Fortore e Miscano (Benevento)*. «Atti Soc. Toscana di Sci. Nat.», vol. 50, no. 4, pp. 74-85.
- MERLA, G.: *Essay on the Geology of the Northern Apennines*. «Acad. Naz. dei Lincei-Gas Fields of Western Europe, AGIP Mineraria, Firenze, Italy, 30 pp., 1957.
- *Geologia dell'Appennino settentrionale*. «Boll. Soc. Geol. Italiana», vol. 70, pp. 95-282, 1951.
- MIGLIORINI, C. I.: *I conici compositi nell'orogenesi*. *ibid.*, vol. 57, pp. 23-142, 1948.
- MOKRINSKIĀ, A. V.: *La distribution stratigraphogéographique des terranes*

- *à charbon Mésozoïques dans la province Crimée-Caucaso-Caspicienne*. «17th Int. Geol. Cong., Moscow, 1937», vol. 1, pp. 503-18, 1939.
- NOWAK, J.: *Geologische Übersicht von Albimien*. 204 pp. Hans Theissl, Salzburg, 1929.
- PETRASCHKE, W. E.: *Die Eisenerz und Nickelierzlagerstätten von Lokris in Ostgriechenland*. «Inst. Geol. and Subsurf. Res. of Greece», vol. III, pp. 83-115, 1953.
- RENZ, C.: *Die vorerogene Stratigraphie der normal sedimentären Formationen Griechenlands*. «Inst. Geol. and Subsurf. Res.», Athens, 637 pp., 1955.
- «Die Tektonik der Griechischen Gebirge», 171 pp., Athens, 1940.
- KROS, J. M.: *Diapirismo*. «Bol. del Inst. Geol. de España», t. 60, pp. 155-200, 1948.
- SCHAEFER, F. X.: «Geologie von Österreich», 810 pp., Franz Deuticke, Wien, 1951.
- STEINMANN, G.: *Die ophiolithischen Zonen in den mediterranen Kettengebirgen*. «14th Int. Geol. Cong., Madrid, 1927», C. R. 2, pp. 38-67, 1927.
- TERMIER, H.: *Etudes géologiques sur le Maroc central et le Moyen Atlas Septentrional*. «Notes and Mem. Serv. Geol. Maroc», no. 23, vol. 4, plates and tables, 1936.
- TERNEK, Z.: *Geologie de la région de Hakkari et de Baskale (Turquie)*. «Mad. Tet. Arama Enst. Matbassisi, Ankara, pp. 1-43, 1953.
- UMBRIDGE, J. H. E.: «The Pulse of the Earth», 358 pp., Martinus Nijhoff, The Hague, 1947.
- VAN BEMMELEN, R. W.: *The Geochemical Control of Tectonic Activity*. «Geol. en Mijnbouw», N. W. Ser., no. 4, pp. 131-44, 1956.
- «Mountain Building», 177 pp., Martinus Nijhoff, The Hague, 1954.
- VERING MEINESZ, F. A.: *The Mechanism of Mountain Formation in Geosynclinal Belts*. «Proc. Kon. Acad. v. Wetensch.», Amsterdam, vol. 26, no. 4, pp. 372-77, 1933.
- VON BUBKOFF, S.: «Geologie von Europa. Erster Band», 322 pp., Verlag von Gebrüder Borntraeger, Berlin, 1926.
- YALÇINKLAR, I.: *Les lignes structurales de la Turquie*. «19th Int. Geol. Cong., Algiers, 1952», *proc.*, sec. 13, fasc. 14, pp. 203-99, 1952.



Notes sur certaines formations tertiaires situées  
entre Almería et la Sierra de Carthagène  
(Espagne Meridionale).

POR

MICHEL DURAND DELGA et JEAN MAGNÉ

MICHEL DURAND DELGA et JEAN MAGNÉ

NOTES SUR CERTAINES FORMATIONS  
TERTIAIRES SITUÉES ENTRE ALMERIA ET  
LA SIERRA DE CARTHAGENE  
(ESPAGNE MERIDIONALE)

RESUMEN

De las observaciones sobre el terreno (M. D. D.) que, efectuadas en ciertas formaciones terciarias transgresivas sobre el zócalo (Cristalofiniense antiguo del «Triás alpino») de la unidad estructural Sierra Nevada, a lo largo de cerca de 300 kilómetros, entre el S. de Granada y el O. de Cartagena.

El estudio de la microfauna recogida (J. M.) no permite atribuir estas series margosas al Nummulítico, como estuvo admitido hasta ahora, pero en el Mioceno superior en los alrededores estudiados no existe ninguna traza de Oligoceno ni Burdigaliense.

Un primer corte es descrito cerca de Lucainena de las Torres, al NE. de Almería. Los conglomerados de su base del Terciario son plegados, y algunas veces incluso invertidos, al contacto del «Triás» del flanco Norte de la Sierra Alhamilla. Alrededor de 500 metros de margas arenosas y micáceas, la hacen continuar más al N.; ellas están bien datadas, en seis yacimientos, del Mioceno superior, y más allá de su base. Encima, un episodio de conglomerados, con restos de gneis, pueden marcar la base de un nuevo ciclo (¿Mioceno, terminal Plioceno?), que sigue por las margas azules (30 m.), seguidas de calizas (20-25 m.), bajo una serie margosa superior, no datada todavía.

Se puede comparar esta serie a la descrita por G. Colom, P. Fallot y L. Solé, al S. de Sierra Nevada (Cuenca de Ugijar), es decir, 75 kilómetros más al W.

Desplazándose 80 kilómetros al E. de Sierra Alhamilla, en el alto de la Rambla de Ramonete, la carretera Aguilas Mazarrón, nuevamente corta una banda de margas esquistosas amarillentas, descubiertas por P. Fallot y M. Gignoux, y encajadas en las formaciones del zócalo. Ellas también tienen por edad el Mioceno superior.

En fin, en la Sierra costera de Cartagena, al SE. de La Unión, un *flysch* terciario, calificado de «Oligoceno», implica la lamina tectónica violenta. Pertenece también a un Mioceno superior.

#### RÉSUMÉ

Des observations sur le terrain (M. D. D.) ont été effectuées dans certaines formations tertiaires, transgressives sur le socle (Cristallophyllien ancien et «Trias» alpin) de l'unité structurale de la Sierra Nevada, allongée sur près de 300 km entre le S de Grenade et l'E de Carthagène.

L'étude des microfossiles recueillis (J. M.) permet d'attribuer ces séries marneuses non pas au «Nummulitique» —comme il était admis jusqu'à maintenant—, mais au Miocène supérieur. Aux endroits étudiés, il n'existe aucune trace d'Oligocène ni de Burdigalien.

Une première coupe est décrite près de Lucánena de las Torres, au NE d'Almería. Les conglomérats de base du Tertiaire sont redressés, parfois même renversés, au contact du «Trias» du flanc nord de la Sierra Alhambilla. Environ 500 m de marnes, sableuses et micacées, leur font suite plus au N; elles sont bien datées, en six gisements, du Miocène supérieur, et cela dès leur base. Au-dessus, un épisode de conglomérats à galets de gneiss peut marquer la base d'un nouveau cycle (Miocène terminal l'oligocène?), qui se poursuit par des marnes bleues (30 m), puis par des calcaires (20-25 m), sous une série marneuse supérieure, non encore datée.

On peut comparer cette série à celle décrite par G. Colom, P. Fallot et L. Solé au S de la Sierra Nevada (bassin d'Ugijar), c'est-à-dire à 75 km plus à l'W.

En se déplaçant à 80 km à l'E de la Sierra Alhambilla, dans la haute Rambla del Ramonete, la route Aguilas-Mazarrón recoupe une bande de marnes schisteuses jaunâtres, découvertes par P. Fallot et M. Gignoux, et engagées dans les écaillages du socle. Elles sont, elles aussi, d'âge miocène supérieur.

Enfin, dans la Sierra côtière de Carthagène, au SE de La Unión, un *flysch* tertiaire, qualifié d'«oligocène», est impliqué dans une tectonique violente. Il appartient lui aussi au Miocène supérieur.

Les terrains anciens métamorphiques de la Sierra Nevada constituent, dans l'édifice bétique, l'élément tectonique le plus profond, généralement considéré comme autochtone. Cette unité s'allonge sur près de 300 km de

l'WSW à l'ENE, du S de Grenade à l'E de Carthagène. Le Cristallophyllien, qui forme à l'W de très hauts sommets (Malhacen, 3482 m), s'abaisse progressivement vers l'E. En même temps, l'unique et large anticlinal de la Sierra Nevada est relayé vers l'E par plusieurs chaînons élémentaires E-W, séparés par de profondes dépressions remplies de sédiments tertiaires, considérés comme déposés postérieurement à la tectonique essentielle des cordillères bétiques.

On rencontre ainsi du NNE au SSW, entre Velez Rubio et Almería: la zone anticlinale de la Sierra de las Estancias; la dépression tertiaire de Baza-Purchena-Huerca-Overa; la zone anticlinale de la Sierra de los Filabres; la dépression tertiaire de Canjajar-Sorbas-Vera; l'anticlinal de la Sierra Alhambilla-Sierra Cabrera; le bassin côtier néogène à l'E d'Almería.

Les éléments E-W de cet édifice sont pris en oblique par le rivage méditerranéen, qui remonte du SW (Cabo de Gata) au NE (Cabo de Palos). De ce fait, à l'E du méridien de Lorca, on ne rencontre plus que le prolongement ennoyé de l'anticlinal de la Sierra de las Estancias (Sierra de Tercia, et chaînon en coulisse de la S. de Carrascoy, et de la S. de Orihuela) et celui de la Sierra de los Filabres (entre la Sierra de los Ajibes et la S. de Carthagène).

L'enquête que l'un de nous (M. D. D.) a menée en 1957 a porté sur un certain nombre d'affleurements tertiaires qualifiés de «nummulitiques», qui apparaîtraient sous le Miocène, autour de la Sierra Alhambilla, à l'W de Mazarrón et à l'E de Carthagène.

### 1. *Le «Nummulitique» de la Sierra Alhamilla.*

Ce chaînon est le plus méridional de l'édifice de la Sierra Nevada à l'E d'Almeria. Il s'allonge sur plus de 50 km entre Gador à l'W et Majacar (au S de Vera) à l'El. La carte géologique au 1.000.000<sup>e</sup> d'Espagne, qui reproduit de plus anciens documents, indique l'existence au SW, à l'W et sur toute la bordure nord de ce chaînon, d'un large liseré de Nummulitique (plus exactement d'Éocène) directement sous l'enveloppe miocène.

W. H. Hetzel (1), de son côté, a distingué la série stratigraphique suivante, autor de la Sierra Alhamilla :

- B. Pliocène, horizontal ou faiblement incliné.  
Calcaires durs, rosés, fossilifères, avec *Lithothamnium* ;  
calcaires clairs, conglomératiques ; calcaires finement  
gréseux, avec nombreux fossiles.  
Grès et conglomérats avec nombreux fossiles à épaisse  
coquille (Huîtres, Pectinidés, Spondylus, Térébratules),  
en gros bancs, bien lités, de couleur jaunâtre.
- A. Tertiaire ancien, énuméré de haut (*d*) en bas (*a*) :
- d*) Grès avec gypse ; marnes, jaunes et grises, très  
fines ; conglomérats.  
*c*) Calcaires clairs, fins, assez durs ; calcaires sableux  
et micacés, *Lithothamnium*, *Nummulitinae* et *Rotalia*.  
*b*) Schistes gris-brun, sableux, fins, calcareux, avec mi-  
cas et galets anguleux de quartz, Globigérines.  
*a*) Roche finement conglomératique, gris-brun, avec  
galets roulés de calcaires bleu ardoise, *Litho-*  
*thamnium*, *Nummulitinae*.

Hetzel considère que les termes *a*, *b* et *c* appartiennent probablement à l'Éocène ; le terme *d* représentant peut-être de l'Oligocène et du Miocène. Cet ensemble est fortement plissé.

Nous émettons des doutes sur la détermination des «*Nummulitinae*» de ces horizons, et sur l'âge nummulitique de ceux-ci. En effet, dans la coupe que nous avons relevée

(M. D. D.) au bord nord de la Sierra Alhamilla, le long de la route passant à Lucainena de las Torres et menant à Nijar, seul le Miocène paraît exister.

La série ancienne, au contact du Tertiaire, est formée par des grès et par des schistes phylliteux luisants de teinte violette («laguena»), que l'on attribue hypothétiquement au Trias. A 2 km à l'E de Lucainena, ces assises sont redressées jusqu'à la verticale, parfois même déversées sur le Tertiaire plus septentrional.

Celui-ci débute par un conglomérat de base, épais de 6-8 m le long de la route : il est formé de petits galets arrachés au socle (quartz, schistes violets, grès-quartzites) enrobés dans un ciment gréseux violacé, dont le pigment est lui-même visiblement emprunté au substratum. Au-dessus viennent une douzaine de mètres de grès sableux, calcareux. Ces derniers passent progressivement vers le haut à une puissante série de marnes gris-bleuté, à patine brun-jaunâtre, sableuses et micacées : leur épaisseur paraît être, d'après une évaluation rapide, de l'ordre de 500 m. au moins.

Un certain nombre d'horizons spéciaux s'y intercalent :

A environ 100 m de la base, on observe des alternances de gros bancs de grès sableux et de marnes. Cette sorte de Flysch est bien visible, en assises verticales, sous le pont franchissant le ruisseau à la sortie nord de Lucainena.

Entre 600 et 900 m au N du village, on repère, vers le milieu de la série marneuse, de minces bancs (de l'ordre de 1 m) de calcaires à Lithothamniées, plongeant à environ 20° N. En lame mince, les nodules algaires voisinent avec d'abondants Bryozoaires et des radioles d'Oursins.

Ces intercalations plus dures sont bien visibles dans la morphologie.

Vers le sommet de la série marneuse, au N de la Rambla de Peñoncillo, la richesse en micas détritiques augmente considérablement. Certains lits en sont presque exclusivement formés.

Sur ces marnes très micacées reposent une vingtaine de mètres de conglomérats à galets de roches gneissiques et, plus rarement, de quartz: les éléments, plus ou moins bien roulés, ont d'ordinaire de 5 à 20 cm, exceptionnellement jusqu'à 50 cm. Ces conglomérats passent vers le haut à des grès sableux très micacés (environ 30 m) montrant encore des cordons de galets de gneiss. Immédiatement au-dessus, on rencontre des marnes bleutées (30 m), que surmonte une barre (20-25 m) de calcaires détritiques grisâtres, occasionnant un bel escarpement que franchit la route à 3 km 7 au N de Lucainena: la Loma de la Cumbre.

Cette dalle, à faible plongement vers le N, s'enfonce sous une série de marnes détritiques supérieures, mal observables car elles sont, au niveau de la coupe décrite ici, recouvertes de produits de ruissellement.

Nous avons recueilli sept échantillons de marnes sur cette coupe. En voici le faciès et la localisation, de bas en haut:

1. Marnes sableuses gris-bleuté, oxydées en jaunâtre. Environ à 20 m de la base du Tertiaire. Route à 2 km 5 à l'E de Lucainena.
2. Marnes sableuses, schisteuses, brun-jaunâtre. Environ à 75 m de la base du Tertiaire. Route à 1 km 8 à l'E de Lucainena.
3. Marnes sableuses et micacées, violacées ou jaunâtres, en lits verticaux. Environ à 200 m de la base du Ter-

FORMES À TEST ARÉNACÉ

<i>Ammodiscus</i> sp. ....		R											
<i>Haplophragmoides deformis</i> Andreae ....		F	AR					F	AF				
<i>H.</i> sp. ....	AR	AF						F		AR	AF		
<i>Ammobaculites</i> sp. ....								R					
<i>Textularia</i> cf. <i>articulata</i> D'Orb. ....			R										
<i>T.</i> sp. ....				R	R	AR	AR	R					
<i>Sfiroleptammia carinata</i> (D'Orb.) ....													
<i>Martinottiella communis</i> (D'Orb.) ....	R	AR	AR	AR	AR		AR	AF	AR				
<i>Marssonella</i> sp. ....										TR			

FORMES À TEST CALCAIRE

Milioles ....													
<i>Sigmoilina</i> cf. <i>colomi</i> Glaçon et Magné ....							AR	AR	AR				
<i>Robulus ariminensis</i> var. <i>dilectus</i> (Seg.) ....			R		R								
<i>R.</i> cf. <i>inornatus</i> (D'Orb.) ....											AR	R	
<i>R.</i> <i>vortex</i> (Fichtel et Moll) ....								AR	AF	AR			
<i>R.</i> sp. ....	R		AR	AR	AF	AR	AR	AR	AF				
<i>Lenticulina</i> sp. ....		AR								AR	AF	R	AR
<i>Lentalina</i> cf. <i>communis</i> (D'Orb.) ....	R		AR	AR						AR	AF		
<i>Marginulina costata</i> (Batsch) ....													
<i>M. murex</i> (Batsch) ....													
<i>M. crebricosta</i> Seguenza ....								R					
<i>Vaginulina margaritifera</i> (Batsch) ....			AR	R	R								R
<i>Saracenaria</i> sp. ....							R			R			
<i>Lingulina</i> sp. ....											R		
<i>Cribrorobulina clericii</i> (Fornasini) ....		R						AR					
<i>Nonion boueanum</i> (D'Orb.) ....			AR										
<i>N. barleanum</i> (Williamson) ....								AR					
<i>N. pompilioides</i> (Fichtel et Moll) ....		AR	AR	AF	AR	AR	AR	AR	AF				AF
<i>N.</i> sp. ....	AR												
<i>Astrononion</i> sp. ....					R								
<i>Elphidium crispum</i> (Linné) ....	AR		AR	AR	AR	AF	AR	AR	AF				R
<i>E.</i> sp. ....			AR	AR	AR	AF	AR	AR	AF	R	AR		
<i>Lectofrondicularia deyaensis</i> Colom ....										R			
<i>P. miocenica</i> Cushman ....			R							R			
<i>P.</i> sp. ....				R									
<i>Bulimina costata</i> D'Orb. ....				R			AR	AR	AR	AR	R		
<i>B. pupoides</i> D'Orb. ....			AR										
<i>B. buchiana</i> D'Orb. ....								AR					
<i>B. elongata subulata</i> Cushman ....								AR	AR	AR			
<i>Uvigerina rustica</i> Cush. et Edwards ....			AF	AR				AR	AF	AR	AR	R	
<i>U. barbatula</i> Macfadyen ....				AF				AR	AF				
<i>U.</i> cf. <i>barbatula</i> ....													
<i>U. pygmaea</i> D'Orb. ....				AF									
<i>U. schwageri</i> Brady ....			AR	F									
<i>U.</i> sp. p. ....	AR		AF					AF					
<i>Rectuvigerina</i> sp. ....								R					
<i>Eolivina arta</i> Macfadyen ....				AR	AR			R		AR	R		
<i>B. alata</i> (Seguenza) ....								AR	AR				
<i>b. scalprata</i> var. <i>miocenica</i> Macf. ....	AR	AR	AF	AR				AR	AF	F	R	AR	
<i>B.</i> sp. ....			AF								AF		
<i>Siphonodosaria verneuli</i> (D'Orb.) ....		R											
<i>S.</i> sp. ....													
<i>Cyroidina girardana</i> (Reuss) ....				R			AR	F		AF			
<i>C. soldanii</i> (D'Orb.) ....			AR	R	AR	AR	AR			AF			
<i>Eponides parantillarum</i> Gall. et Hem ....				R	R								
<i>E. umbonatus</i> (Reuss) ....													
<i>E.</i> sp. ....									R	AR			
<i>Valvulineria</i> sp. ....	AR		AR	AR				R	AF	AR	AF		
<i>Siphonina plano-convexa</i> (Silvestri) ....													
<i>S.</i> sp. ....		R			R					R			

taire. Route à 250 m au N du pont situé à la sortie septentrionale de Lucáinena.

4. Marnes bleutées, oxydées en jaunâtre, à une certaine distance sous les niveaux calcaires à Lithothamnées évoqués plus haut. Environ à 250 m de la base du Tertiaire, S. immédiat du petit col que la route franchit à 550 m au N de la sortie septentrionale de Lucáinena. Un peu plus bas, on note des lits de grès calcaireux à Lithothamnées, Amphistégines, Rotallidés, Miliolés, etc.
5. Marnes sableuses bleutées, subhorizontales, à lits calcaireux formés de débris organiques, en particulier d'Huîtres avec des Bryozoaires, des radiolés d'Oursins et quelques Amphistégines. A quelque 350-400 m (?) de la base du Tertiaire. Échantillon prélevé au-dessus de la route, à 100m à l'WNW du pont sur la Rambla del Peñoncillo.
6. Marnes bleutées, très micacées, à environ 30 m sous les conglomérats à galets de gneiss. On se trouve là au sommet de la série marneuse, à quelque 500m (?) de la base du Tertiaire. Route à environ 3 km 5 au N de Lucáinena.
7. Marnes bleutées, au-dessus des couches à galets de gneiss et sous la barre calcaire de la Loma de la Cumbre. Route à environ 3km 7 au N de Lucáinena.

On trouvera dans le tableau ci-après le détail des riches microfaunes recueillies et déterminées par l'un de nous (J. M.), avec indication des fréquences: TF, très fréquent; F, fréquent; AF, assez fréquent; AR, assez rare; R, rare; TR, très rare.

Nous soulignerons ici seulement les caractères essentiels du plancton, qui nous a fourni près d'une trentaine d'espèces. Parmi celles-ci, remarquons l'abondance de *Globigerina bulloides* D'Orb. (= *Gl. diplostoma* Reuss pour *G. Colom*), toujours dominante par le nombre d'individus; la présence de *Globigerina mayeri*, plus fréquente à la base et celle de *G. conglomérata* toujours en petit nombre, et absente au sommet; l'existence de *Globigerinoides irregularis* et d'*Orbulina universa*.

Quelques espèces n'ont été rencontrées que dans l'extrême base, comme *Globorotalia praemenardii*.

D'autres formes sont absentes dans les termes inférieurs de la série : *Globigerina dubia*, *G. globorotaloidea*, *Globigerinella cf. asperula*, *Globigerinoides sacculifera*, *G. turriculatus*, *Globorotalia menardii*, *Gl. canariensis*.

Remarquons enfin que *Globigerinoides triloba* est présente dans toute la série, mais n'y est jamais dominante.

*L'ensemble des horizons 1 à 6 appartient ainsi au Miocène supérieur.*

Dans l'échantillon 7 on retrouve les mêmes espèces planctoniques que dans les niveaux immédiatement inférieurs. Deux formes cependant semblent y apparaître : *Globigerinoides conglobata*, assez fréquente, et *Orbulina bilobata*.

Certaines espèces montrent une plus grande abondance que dans les niveaux antérieurs, notamment *Globigerinoides sacculifera* et *G. triloba*. Par contre *Globigerina bulloides* est toujours dominante.

Nous mentionnerons surtout *Globorotalia hirsuta* qui, apparue dans l'échantillon 6, devient fréquente au niveau 7.

Cette association 7 fait penser à du Miocène élevé et peut-être déjà du Pliocène inférieur. Toutefois ce seul échantillon ne peut permettre une conclusion définitive quant à l'âge des marnes situées au-dessus des conglomérats à galets de gneiss, et cela d'autant plus qu'aucune espèce absolument caractéristique du Pliocène n'y a été observée.

En résumé, le versant nord de la Sierra Alhambilla, aux environs de Lucainena de las Torres, montre, directement sur le socle, au-dessus de conglomérats et grès de base (environ 20 m), quelque 500 m de marnes sableuses et micacées, appartenant au Miocène supérieur. Plus haut, des conglomérats et des sables à galets épars (au total environ 50 m), auxquels succèdent des marnes blentées (30 m) puis des calcaires grisâtres (20-25 m), peuvent constituer la base d'un nouveau cycle sédimentaire (Miocène terminal?-Pliocène?). Il n'y a dans ces régions aucune trace de Nummulitique ni de Burdigalien entre socle et Miocène supérieur, même à l'état de microfaunes remaniées.

*Il n'est pas sans intérêt de rapprocher nos observations de celles des P. Fallot et Solé dans le petit bassin d'Ugijar, isolé à 75 km plus à l'W que la région de Sorbas-Lucainena, mais qui se place dans le prolongement de cette dernière. Là encore, on trouve, au-dessus du Trias, des assises grés-marneuses surmontées de conglomérats grossiers.*

L'âge des assises de base de ce Tertiaire a été extrêmement discuté. Il paraît s'agir de Miocène supérieur. J. Westerweld (2) y a noté des niveaux à Lithothamniées et à Globigérines, qui auraient fourni des *Orbulina univversa* D'Orb. (forme connue du Miocène supérieur à l'Actuel) et de «petites Nummulites», plus ou moins douteuses : on peut remarquer que celles-ci sont difficiles à séparer d'Amphistéginés, dont la répartition stratigraphique est très vaste.

De son côté, J. Maurice (3) avait récolté, dans les



niveaux inférieurs du Tertiaire d'Ugijar, une faune que G. F. Dollfus (4) détermina. Pour nous borner aux Pectinidés, soulignons la présence de *Pecten fuchsii* Font., qui est essentiellement du Miocène supérieur, et de *Pecten planariæ* Sim., signalé surtout dans le Pliocène ancien.

Les récoltes de P. Fallot et L. Solé (5) paraissent emporter la décision. G. Colom a en effet déterminé, dans des marnes récoltées par ces derniers auteurs au N d'Ugijar, une microfaune abondante. Bien que celle-ci soit exclusivement composée de formes benthoniques, il n'en reste pas moins qu'elle appartient à un niveau post-burdigalien, et vraisemblablement au Miocène supérieur. Soulignons la présence d'*Uvigerina bononiensis* Forn., de *Robulus vortex* F. M. et *R. calcar* L., qui excluent un âge burdigalien, comme G. Colom l'a déjà indiqué.

Ainsi les coupes d'Ugijar et de Lucainena de las Torres donnent des résultats comparables.

## 2. Le Tertiaire de la haute Rambla del Ramonete.

Déplaçons-nous d'environ 80 km au NE. de Sorbas et de Lucainena, dans le chaînon côtier qui prolonge, au delà de la dépression transversale de Lorca-Vera, la Sierra de los Filabres.

La côté est bordée, sur une vingtaine de kilomètres de profondeur, par des reliefs adoucis, taillés dans des terrains cristallophylliens et leur couverture triasique («laguena» schisteuse et dolomies), entre la Sierra de los Aljibes, à l'W, et la Sierra de Carthagène, à l'E.

Dans la partie centrale de ce chaînon côtier, court une dépression longitudinale WSW-ENE empruntée par la haute Rambla del Ramonete, et que suit la route Aguilas-Mazarrón. Au S. du Talayón, au milieu d'un pays formé de Cristallophyllien et de Trias, cette dépression montre un bassin tertiaire allongé sur au moins 3 km d'E en W, aux alentours du hameau de los Miñanos, et qui se termine à l'W vers le Km 30,6 de la route.

P. Fallot et M. Gignoux (6) ont donné une coupe transversale de l'extrémité ouest de ce bassin, aux alentours du Km 30,5. On y voit un «Plysch nummulitique» impliqué dans les écaillages du socle.

Nous avons trouvé, en ce point, des marnes schisteuses jaunâtres, assez détritiques avec lits assez minces de grès sableux, de ton parfois gris-violacé, riches en minéraux arrachés au socle (muscovite, etc.). Deux échantillons de marnes ont été prélevés. Ils ont fourni des microfaunes assez riches, avec de nombreuses formes planctoniques: le détail en est donné dans le tableau général (éch. n.º 8 et 9). Il s'agit nettement de Miocène supérieur.

On doit noter les espèces suivantes: *Globigerina bulboides* (dominante), *G. globorotaloidea*, *G. mayeri*, *Globigerinoides triloba*, *Globorotalia praemencardii* (assez fréquente), *Gl. canariensis*, *Orbulina universa*, *O. suturalis*.

Nos observations sont trop fragmentaires pour affirmer que du Nummulitique n'existe pas dans cette région. Il convient en particulier de réserver le cas signalé par P. Fallot et M. Gignoux (6) dans la basse Rambla del Ramonete, à quel que 8 km plus à l'E que le point précédent.

Ces auteurs ont en effet noté du Nummulitique daté au environs d'El Coto (Pozo Susana), au SE du Km 15 de l'

route Mazarron-Aguilas. En ce point, on trouve, en transgression sur les schistes cristallins, des «calcaires et grès à Lépidocyclines et petites Nummulites», que surmontent des marnes et grès, rattachés eux aussi à l'Oligocène.

### 3. *Le Tertiaire de la Sierra de Carthagène.*

La Sierra côtière de Carthagène montre des terrains cristallophylliens et leur couverture triasique («daguenae» schisteuse et dolomies). A l'W. de Carthagène (Las Canteras) et au N. de la Unión, le socle est recouvert par des formations rapportées au Miocène: conglomérats, sables et molasses.

Il existe en outre, au SE. de la Unión, des formations grés-marneuses à faciès flysch (6), très minéralisées et engagées dans les chevauchements visibles à l'E du massif du Sancti Spiritus.

J. Gavaña recueillit, dans ces assises à faciès flysch, des Pectinidés qu'il décrivit sous le nom de *Pleuromectia cartagincnsis nov. sp.* Il attribua ces formations au Néogène. Plus récemment, P. Fallot et M. Ginoux rattachèrent cette espèce à *Parvamussium cf. semiradiatum* Mayer, forme nummulitique, en notant toutefois que *P. anconitanum* For., du Tortonien, en est très voisin. De ce fait, ils proposèrent un âge nummulitique, «peut-être oligocène», pour ce Flysch du SE. de la Unión.

Nous avons prélevé des échantillons de marnes sur la route au S d'El Llano, d'une part au col par lequel on franchit le chaînon côtier (éch. n.° 10), de l'autre à 500 m au NNE (éch. n.° 11). On trouve en ces points des grès micacés, passant à des conglomérats à petits éléments arrachés au Cristallophyllien, alternant avec des

marnes détritiques grises ou brunâtres. Ce Tertiaire est en contact anormal à l'E. avec des dolomies bleutées (Trias?).

Dans les microfaunes observées, on trouve une association planctonique, pauvre en individus, avec comme espèces principales: *Globigerina bulloides*, *G. conglomerata*, *Globigerinoides triloba*, *Globorotalia praemcardii*, *Gl. canariensis*, *Orbulina universa*.

Cette association caractérise le Néogène. La présence des *Globorotalia* et des *Orbulina* indique déjà des niveaux assez élevés, attribuables au Miocène supérieur. Ces assises seraient contemporaines de celles de la haute Rambla del Ramonete et de celles de Lucainena de las Torres, dont le faciès est parfois assez voisin du leur.

### CONCLUSIONS

Il apparaît ainsi que, dans le «Bétique de la Sierra Nevada», le Miocène supérieur est directement transgressif sur le socle primaire et triasique. Notre enquête montre que les formations jusqu'ici qualifiées de «nummulitiques» aux environs d'Almería, de Mazarrón et de Carthagène appartiennent en réalité, dans les affleurements que nous avons examinés, au Miocène supérieur.

Il est important de remarquer que ce Néogène, bien qu'évidemment postérieur à la tectonique essentielle, est cependant extrêmement plissé (Lucainena de las Torres) ou impliqué dans une tectonique en écaillés du socle (Rambla del Ramonete, E. de Carthagène).

Recibido el 10 VI 1958.

## BIBLIOGRAPHIE

- (1) HETZEL, W. H.: *Bijdrage tot de Geologie van de Sierra Alhamilla (Prov. Almería)*. «Dissert. zu Herlangung der Doktor. der Techn. Hochschule», Delft, 1923.
- (2) WESTERWELD, J.: *De Bouce der Alpujarras en het tektonische Verband der Oostelijke betische Ketens*. «Gedrukt bij de Techn. Boeckh. en Drukkeridj», Delft, 1929.
- (3) MARICE, J.: *Note sur les terrains néogènes du Sud de la Sierra Nevada*. «C. R. XIV<sup>e</sup> Congr. géol. intern.», Madrid, 1926, fasc. 2, pages 591-592, 1927. *Le terrain miocène au Sud de la Sierra Nevada*. «C. R. somm. S. G. F.», p. 172, 1928.
- (4) DOLLFUS, G. F.: *Faunule de la Molasse miocène d'Ugijar (Almería)*. «C. R. somm. S. G. F.», pp. 173-174, 1928.
- (5) FALLOT, P., SOLÉ, A., et COLOM, G.: *Sur le bassin néogène du Sud de la Sierra Nevada*. «C. R. Ac. Sc.», pp. 1625-1627, Paris, 1950.
- (6) GIGNOUX, M. et FALLOT, P.: *Contribution à la connaissance des terrains néogènes et quaternaires marins sur la côte méditerranéenne d'Espagne*. «C. R. XIV<sup>e</sup> Congr. géol. intern.», Madrid, 1926, fasc. 2, pp. 413-521, 1927.

## Precisiones sobre la estructura del secundario entre Berga y el Puente de Llinás (Bergadán)

POR

V. MASACHS ALAVEDRA

V. MASACHS ALAVEDRA

## PRECISIONES SOBRE LA ESTRUCTURA DEL SECUNDARIO ENTRE BERGA Y EL PUENTE DE LLINAS (BERGADAN)

### RESUMEN

En este trabajo se precisa la distribución cartográfica y la disposición tectónica del Terciario y el Secundario, en una muy interesante zona del Bergadán.

Al efecto se cotejan las observaciones propias con las de los autores que con anterioridad se ocuparon de esta región.

Según las observaciones del autor, el contacto Bergadán-Depresión del Ebro está tectonizado en esta zona.

### RESUMÉ

L'auteur précise sur la cartographie et la tectonique de cette région du Bergadán, si intéressante.

A cet effet il compare ses observations personnelles avec celles des auteurs qui se sont occupés antérieurement de la région.

D'après ses observations, le contacte Bergadán-Bassin de l'Ebre est tectonisé.

En los años 1953 y 1954 tuvimos ocasión de reconocer geológicamente buena parte del Bergadán. Con posterioridad hemos podido revisar algunos de aquellos datos. Las facilidades prestadas por «Carbones de Berga, S. A.» han coadyuvado a ello y nos place reconocerlas y agradecerlas.

En este trabajo nos ocupamos solamente del muy interesante sector a que se refiere el título de este artículo.

## LOCALIZACIÓN

Al Oeste de Berga, provincia de Barcelona, se desarrolla de Este a Oeste en una longitud de unos 11 kilómetros una parte del frente del Prepirineo en su contacto con los materiales de la Depresión del Ebro.

Este frente viene constituido en el indicado trayecto por materiales secundarios que se extienden desde El Portell de Can Mauri, al Este, hasta cerca del Puente de Llínas en la carretera a San Lorenzo de Morunys.

A lo largo de esta línea tiene lugar el contacto señalado, y al Norte de la misma se excavan en disposición subsiguiente, a costa de las margas garumnenses, dos depresiones que, partiendo del Pla de Camplone se desarrollan hacia Berga—Torrente de La Lou—y hacia el Oeste—Torrente de Camplone.

## ANTECEDENTES

Desde fines del pasado siglo que los geólogos vienen ocupándose de la geología del Bergadán, entre ellos L. M. Vidal, Maureta y Thos, Dalloni, etc.

Los estudios esencialmente estructurales, sin embargo, empezaron con Astre en 1924, para seguir a través de Jacob y colaboradores, Ashauer, Teichmüller, Birot, Llopis y Almela, Garrido, Ríos, hasta 1943, fecha a partir de la que no ha habido otra aportación que el trabajo de Llopis (8) en 1952, en que utiliza las consideraciones estructurales para sus conclusiones morfológicas.

Solamente tratan la zona que nos ocupa: L. M. Vi-

dal (1), quien da un corte a través de la Sierra de Portet, por la casa de este nombre; es un corte correcto en el que señala el contacto con los materiales de la Depresión y determina los pisos de la serie cretácica, con el Garumnense, dando como coceno el nivel de margas rosadas superior. Dalloni (2) da el mismo corte, más detallado. Ashauer (3) señala las circunstancias estructurales de esta zona que nos ocupa y acompaña el texto de unos cortes seriados que luego comentaremos. Ashauer y Teichmüller (4) presentan en su lámina 5 un mapa 1:200.000 que incluye esta zona y en el que se manifiesta una notable precisión. Tal mapa va también acompañado de cortes que la afectan. Un año después, 1936, Llopis (5) resume sus numerosas exploraciones por esta parte del Bergadán, las que le llevan a conclusiones generales análogas a las de Ashauer; acompaña, páginas 53 y 55, cortes de los que nos ocuparemos. Birot, en su gran obra de 1937 (6) roza sólo la zona objeto de esta nota. Almela, Garrido y Ríos (7), en 1943, se ocupan con bastante detalle de la misma y acompañan un mapa 1:50.000 y cortes a los que también nos referiremos. Llopis, finalmente (8), en 1952, se refiere de nuevo a la estructura de este sector del frente de contacto del Bergadán con la Depresión y presenta en su figura 8 cuatro cortes seriados esquemáticos.

## NUESTRAS OBSERVACIONES

Vamos a exponerlas para mayor claridad, en dos apartados: a) El contacto con la Depresión; b) La estructura del Garumnense.

a) *La zona de contacto.*

La vemos constituida como sigue:

## 1. En las canteras de Carbueros.

Tales canteras están abiertas en las calizas garumnenses que buzan al Norte-Este; su rumbo es NW.-SE. Hacia el extremo oriental, sobre la carretera de Guardiola, no se aprecia con claridad la disposición de tales calizas, dado lo cubierto del terreno; dan, sin embargo, la impresión de que se quiebran e inflexionan hacia el Nordeste. La Roca Mussolera es un bloque de tales calizas, pero su situación parece ser alóctona. Lo más probable es que, con ligera inflexión al Nordeste, vengán cortadas por el contacto con el terciario levantado a la vertical en la carretera de las canteras y en la de Guardiola. Aquí, pues, la estructura vendría limpiamente cortada por el accidente marginal.

Estas calizas garumnenses a que nos referimos reposan sobre el tramo rojo detrítico inferior, en cuya base se hallan las margas ligníferas que se adosan a la Sierra de Vilosiu en su flanco Nordeste, donde son explotadas para cemento aprovechando la existencia de los lechos de combustible.

## 2. En el Portell de Can Mauri.

Al seguir la pista de las margas ligníferas hemos dado la vuelta al espolón oriental de la Sierra de Vilosiu, sin que hayamos podido cerciorarnos de su continuidad. En el Portell o collado que conduce a Can Mauri se observa nuevamente el Garumnense y el contacto.

En el borde meridional del collado tenemos a la vista, y subvertical, el coceno inferior en su facies de margas azuladas ipresienses, con abundancia de *Assilina Leymeriei*, a las que siguen, hacia la Depresión, niveles calizos y are-

niscosos que se levantan en enhiestas puntas en los bordes del congosto de la Font de Mossén Guitu, tales como la Agulla del Gegant.

En contacto con las margas ipresienses tenemos el Garumnense fuertemente comprimido y levantado. Tal contacto se establece por un nivel de margas azules astillosas estériles que consideramos de la base del Garumnense; dichas margas cortan las capas ipresienses y llegan a ponerse en contacto con los bancos calizos y areniscosos que siguen a aquéllas. A este nivel de margas azules estériles siguen los otros niveles garumnenses, rojos, más típicos, fuertemente trastornados.

En el Portell el contacto, muy empinado, es, pues, secante también, puesto que no hay concordancia entre el mesozoico y el terciario.

## 3. En la Obaga de Queralt.

La espesa vegetación de este magnífico bosque oculta grandes trechos a la observación; sin embargo, vemos erigirse subverticales las capas calizas y areniscosos del coceno desde el congosto del Torrente de La Lou hasta el Santuario de Queralt, constituyendo un circo cuya pared septentrional viene en su base cobijando la Obaga, la que tapiza el terreno en un plano topográfico notablemente inferior y con pendiente mucho menos acusada.

En los cortes de los dos últimos lazos de la carretera, subiendo al Santuario, hemos dado con el Garumnense rojo muy fuertemente trastornado; pero no con el ipresiense margoso, por lo que se nos hace difícil decidir de la naturaleza secante o no del contacto.

## 4. En la Capilla de San Antonio.

Esta Capilla se halla en el extremo Oeste del camino de circunvalación del cerro de la Capilla de la Virgen. Se

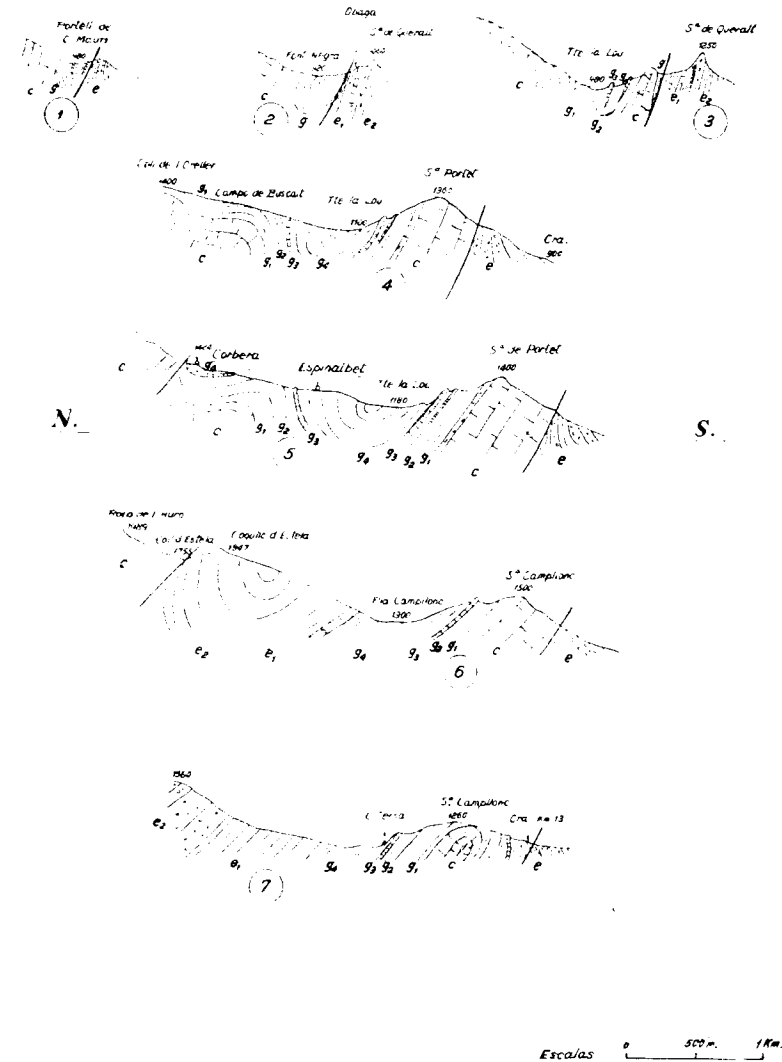
halla edificada sobre el Garumnense rojo, margoso, en su contacto con el ipresiense con *L. Leymerich*. En dirección al Mediodía siguen al ipresiense las calizas de alveolinas, las margas con *Nummulites* y la *Assilina exponens*, y luego los conglomerados groseros con cantos de caliza de alveolinas. Todo este coceno está subvertical y aún ligeramente volcado contra la Depresión, como demuestra el caminito que arranca de la Capilla de San Antonio hacia la Cueva de la Virgen y que corta sucesivamente los indicados tramos.

En la Capilla de San Antonio, el Garumnense tiene una anchura de pocos metros y presenta extremada pizarrosidad; está también levantado y sobre el mismo se vuelcan unas calizas senonenses que forman un potente asomo anticlinal, el cual se continúa por la Sierra de Portet, mientras que se extingue en la Obaga de Queralt de modo rápido. Las hiladas eocenas del contacto siguen imperturbables hacia el Santuario; pero las calizas senonenses desaparecen de modo muy brusco en las dos últimas curvas de la carretera al subir al Santuario. La abundante vegetación, suelos y derrubios no nos han permitido ver el tipo de terminación de tal asomo anticlinal.

En la tantas veces citada Capilla existe cierta apariencia de concordancia entre el Garumnense y el Terciario; pero la laminación de aquél muestra que el contacto, muy levantado, es anormal.

##### 5. En el Coll del Portet.

El contacto corresponde al corte dado por L. M. Vidal (1) y tiene lugar en la base del acantilado entre la base del senonense que buza al Norte y los conglomerados terciarios altos que buzan al Sur.



c cretácico. — g garumnense. — g<sub>1</sub> garumnense inferior. — g<sub>2</sub> garumnense medio. — g<sub>3</sub> calizas «claro de luna». — g<sub>4</sub> garumnense superior. — e terciario. — e<sub>1</sub> ipresiense. — e<sub>2</sub> luteciense.

## 6. Sierra de Campilone.

El flanco Norte de la Sierra está constituido por los diversos tramos garumnenses apoyados normalmente sobre el núcleo senonense fosilífero que constituye la cumbre, todo buzando al Norte. El frente del acantilado, que mira al Sur es también mesozoico, y el contacto con las pudingas terciarias se halla en su base, algo al Norte del Coll de Joet.

## 7. Extremo occidental de la Sierra de Campilone.

En esta zona se define muy bien el anticlinal mesozoico que se hunde periclinalmente en todo el frente de la carretera de San Lorenzo de Morunys entre los kilómetros 13 y 16, y luego al otro lado del torrente de Campilone, bajo el ipresiense marino señalado por Almela, Garrido y Ríos (7) en la base de los altos de La Corba.

El contacto con el Terciario es, con todo, anormal y muy empinado; brechas y fuerte pizarrosidad desarrolladas en las capas más externas del Mesozoico y en el Terciario rojo continental del contacto lo ponen en evidencia.

b) *La estructura del Garumnense.*

Inmediatamente detrás de la zona de contacto, vemos extenderse una faja garumnense constituida esencialmente por materiales blandos, por lo que ha sido fuertemente abarrancada por la erosión. La estructura de estos materiales apenas ha sido tratada, y cuando se ha hecho no lo ha sido, a nuestro entender, con suficiente precisión. A las observaciones de Ashauer (3) y Llopis (5) unimos ahora las nuestras.

Prescindimos del Garumnense de la cuenca de Santa María de La Garriga, sobre cuya estructura de detalle pue-

de que hablemos en otra ocasión, por cuanto forma una unidad aparte. Por ello hablaremos sólo del dispositivo tectónico garumnense entre El Portell y el kilómetro 17 de la carretera a San Lorenzo de Morunys.

## 1. En El Portell.

En este lugar aparece el Garumnense trastornado; de sus tramos tan sólo hemos podido distinguir parte del inferior, del medio rojo vivo y del superior de margas rosadas. Todo el conjunto, fuertemente apizarrado, presenta fracturas y *décrochements* diversos, así como desaparición de tramos enteros, como son los niveles lignitíferos y las calizas medias «claro de luna».

En el nivel inferior lignitífero es frecuente la presencia de un horizonte calizo oolítico especialmente desarrollado en la cuenca de Aspá-Saldes, al techo del carbón y a poca distancia vertical del mismo. En El Portell hemos encontrado también tal nivel, en dos horizontes separados por la masa margo-detritica de los niveles medio y superior, todo ello en posición muy empinada. Tal hecho, junto con el nivel de margas azules astillosas estériles y la acumulación de tramos rojos y rosados en el centro del collado, nos lleva a interpretar este Garumnense como un sinclinal fuertemente estrujado contra el Eoceno.

## 2. En la Obaga de Queralt.

La presencia de masas calizas «claro de luna», en dos alineaciones distintas, en los chalets situados al pie de la Obaga; el régimen sinclinal visto en El Portell, y el propio régimen que más al Oeste se manifiesta, induce a admitir para este sector también un dispositivo sinclinal comprimido, cuyo flanco Sur, en parte laminado, está en contacto anormal con el Eoceno del Santuario.



### 3. En el meridiano de la Capilla de San Antonio.

En tal zona, la estructura es, en la vaguada de La Lou, claramente sinclinal y acostada al Sur, limitada al Norte por el anticlinal de la Sierra de Vilosiu y al Sur por el de la Sierra del Portet.

La masa senonense de la Sierra de Vilosiu muestra en su parte baja un pliegue anticlinal acostado al Sur que, aguas arriba del torrente de La Lou, se hunde hacia el Oeste, y se apoya sobre el Garumnense de la margen izquierda del torrente; en la margen derecha encontramos mogotes aislados de calizas «claro de luna» con margas del nivel superior, apoyándose todo sobre margas y areniscas rojo vivo del tramo medio con un breve episodio basal ligeramente carbonoso encima de las calizas senonenses de la Sierra del Portet, buzantes de 45 a 60° al Norte.

En la cara Sur de dichas calizas de la Sierra del Portet, en la carretera a Queralt y en el sendero que de la Capilla de San Antonio se dirige al Oeste, encontramos pequeños retazos de margas rojas garumnenses que representan el flanco Sur del anticlinal senonense, cuya cobertera está desmantelada en la charnela por la erosión.

### 4. En el meridiano de Espinalbet.

En este lugar, el anticlinal de la Sierra del Portet persiste bien desarrollado y en su flanco Norte se aprecian muy bien encima del Senonense fosilífero, en las proximidades del manantial que abastece al Santuario de Queralt, primero unas areniscas cuajadas de hippurítidos, de tonos rojizos, fuertemente erosionadas que atribuimos al Maestrichtiense, y a continuación se reconoce la serie garumnense normal, cuya composición en este punto es como sigue:

#### Tramo inferior.

Marga dura azul esteril...	9,50 m.
Margas arcillosas amarillas y negras...	6
Marga dura azul...	1
Caliza amarilla...	1

#### Tramo medio

Margas abigarradas pálidas...	10
Margas rojo vivo...	30
Margas azuladas...	1
Areniscas...	8
Margas azuladas...	4
Margas rojo vivo...	4
Areniscas y areniscas...	3
Areniscas rojas de grano grueso...	10
Arenisca gris...	2
Marga gris y rojo pálido...	2

#### Tramo alto.

Calizas blancas cristalinas «claro de luna»...	20
--	----

#### Tramo superior.

Margas rosadas y ocráceas de tonos suaves con alguna caliza oscura oquerosa, fétida, intercalada en lechos delgados, que a juicio de L. M. <sup>o</sup> Vidal son eocenas...	más de 50 m.
---	--------------

Las calizas «claro de luna» forman *hogbacks* bien señalados, de notable continuidad; se les sobrepone el tramo superior en el que está trazado el camino carretero que conduce al Pla de Camplonc.

Los buzamientos son más suaves que hacia el Este y al ascender a Espinalbet vamos viendo, entre los derrubios, cómo se sigue sobre el tramo superior cuyas capas se enderezan hasta la vertical. En la iglesia de Espinalbet alcanzamos una tirada de calizas «claro de luna» casi verticales, pero con buzamiento al Sur; tras ellas, continuando la ascensión hacia el Coll de l'Oreller, aparecen las margas y

areniscas rojo intenso con el mismo buzamiento. Este se dulcifica luego para formar una rodilla y acabar cerca del Coll, en el Campo de Buscalt, en un suave sinclinal trazado en el tramo inferior con las margas ligníferas y carbón a la vista; afloramiento conocido ya de L. M. Vidal y que se intentó explotar en una industria de cemento cuyas labores se hallan abandonadas.

Así, la estructura se resume en dos sinclinales, el de Buscalt y el del torrente de La Lou, separados por la rodilla de Espinalbet.

Del sinclinal del torrente de La Lou arranca el flanco Norte del anticlinal del Portet, cuya composición acabamos de dar y cuyo núcleo es senonense.

En el Santuario de Corbera, algo más al Oeste, vemos la corrida de calizas subverticales de Espinalbet, casi en continuidad material con las que, horizontales, constituyen la plataforma del Santuario; acusando así magníficamente el pliegue monoclinal que aquí ha sido menos afectado por la erosión, habiéndose salvado prácticamente del desmantelamiento el tramo calizo. En el propio Santuario de Corbera vemos las margas rosadas superiores encima de las calizas, para levantarse el conjunto en otra rama subvertical detrás del Santuario, o sea al Norte, en contacto tectónico con el Senonense. Corbera constituye, pues, un sinclinal garumnense que se ve suavizarse al Este en el Campo de Buscalt, donde se desarrolla solamente en el tramo inferior y en el Senonense. El propio sinclinal, más al Oeste, presenta núcleo eoceno, con calizas de alveolinas que se desarrollan por encima del camino que del Pla de Campllonc conduce a Espinalbet. Dicho sinclinal eoceno constituye el morro orográfico que de los montes de Pe-

guera se adelanta al Sur sobre el Pla de Campllonc, y cuyo punto prominente es el Cogulló d'Estela (cota 1.847).

##### 5. En el Pla de Campllonc.

Al descender de la casa de El Portet hacia el Norte, al Pla de Campllonc, atravesamos normalmente toda la serie garumnense; cruzamos un magnífico *hogback* de las calizas «claro de luna» que se continúa kilómetros hacia el Este y el Oeste, y descendemos al Pla, donde encontramos las margas rosadas superiores buzando todavía al Norte. En algunos lugares ofrecen cierta pizarrosidad, pero no se advierten grandes anomalías en su disposición. En el promontorio del Cogulló d'Estela, por el que se encarama el camino als Rasos, aparece el núcleo del sinclinal con calizas de alveolinas y otros términos del eoceno. Más en lo alto, un contacto anormal--Santuario dels Porxos-Coll d'Estela--, descrito ya por Llopis (5), altera la regular sucesión y representa un pliegue-falla. El plano del contacto buza al Norte cerca de los 40°.

##### 6. En el meridiano de Can Tersa.

Bajo el ipresiense marino, que se desarrolla al pie del acantilado de La Corba, encontramos las capas garumnenses buzando al NNE, unos 40°; se trata de los niveles rosados superiores con abundantes intercalaciones delgadas de calizas fértidas, oscuras, oquerosas, que alcanzan hasta el torrente de Campllonc; a su izquierda aparecen ya, subyacentes, las calizas «claro de luna», que se ven continuar hacia el Pla de Campllonc en el *hogback* de que hemos hecho mérito, y bajo ellas, elevándonos hacia la cima de la Sierra de Campllonc, el tramo de margas y areniscas rojas seguido del tramo inferior lignífero. A lo largo de este corte no aparece el Senonense, con lo que se ven las capas garumnenses constituir la charnela anticlinal para

doblarse con notoria brusquedad y descender casi verticales sobre la carretera a San Lorenzo de Morunys. Tales capas se las ve continuar por ese flanco Sur hasta encima del túnel de la carretera. Al Oeste del meridiano de Can Terasa se ve extenderse el pliegue en magnífica terminación periclinal, estando su flanco Sur fallado respecto al Terciario superior de facies continental, levantado.

El mapa adjunto y los cortes que se acompañan ilustran suficientemente esta descripción de nuestras observaciones.

### COLEJO








Nuestras observaciones vienen en diversos puntos a rectificar o precisar observaciones anteriores, tanto en lo que se refiere a la zona de contacto como a la estructura del garumnense.

#### a) *Zona de contacto.*

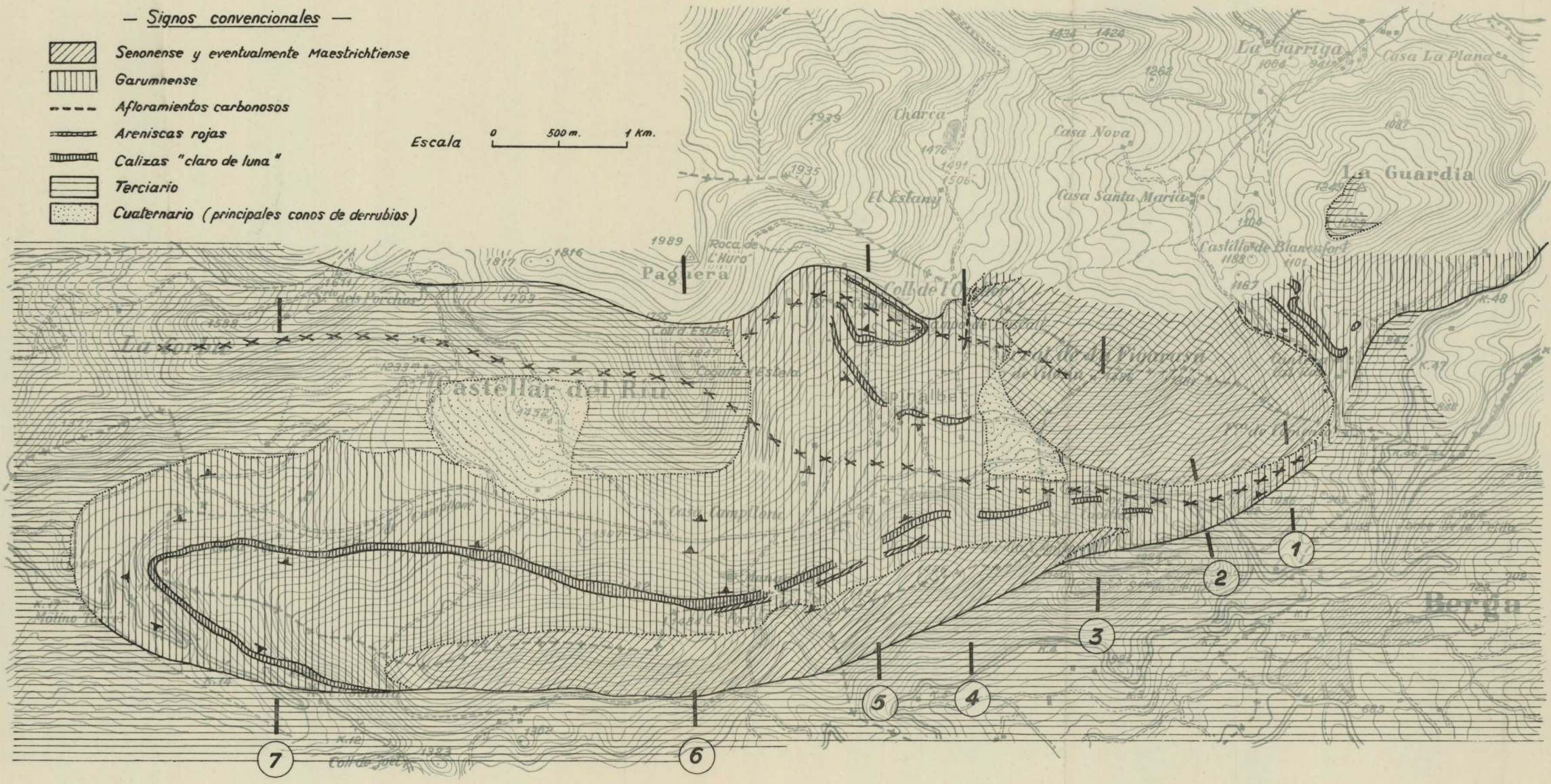
No sabemos si la estructura del garumnense de la zona de las canteras de Carbuos ha sido expuesta con detalle, si bien el mapa de Ashauer (4) da a entender que él, sin duda, la ha estudiado. La publicación, en cambio, de los señores Almela, Garrido y Ríos, ignora la presencia del garumnense en tal lugar. Sin duda, los autores concentraron su atención en la zona de Queralt y en la terminación del torrente de Camplonc, sin apenas ocuparse del resto. Llopis, en 1952, en el último de los cortes de su figura 8, procede de la misma manera, cuando, en realidad, en el corte del cerro de La Guardia a Casa Morulla aparecen las calizas «claro de luna» y el nivel superior de margas rosadas; debiéndose hacer constar, además, que el



— Signos convencionales —

-  Senonense y eventualmente Maestrichtiense
-  Garumnense
-  Afloramientos carbonosos
-  Areniscas rojas
-  Calizas "claro de luna"
-  Terciario
-  Cuaternario (principales conos de derrubios)

Escala 0 500 m. 1 km.



cerro de La Guardia presenta en su cima un capuchón de unos 60 metros de conglomerados terciarios discordantes.

Ya en plena zona de nuestra nota hacemos las siguientes anotaciones: El corte *a-a'* de los señores Almela, Garrido y Ríos, muestra un enraizamiento normal del garumnense, ipresiense y luteciense. Nuestras observaciones nos hacen admitir un sinclinal garumnense estrujado en contacto anormal con el ipresiense, por lo que tal enraizamiento no existiría en aquella forma en este punto. Todo ello sin perjuicio de las anomalías que puedan existir entre los términos del terciario.

Muy parecidas son las circunstancias en Queralt, donde se me hace difícil admitir una simple terminación periclinal sin la existencia de un sinclinal intermedio. Así, discrepamos del corte 5 de la figura 17 de Ashauer (3), y también, por consiguiente, de la parte correspondiente del corte 4 de su figura 16, así como del corte de Llopis (5).

En el corte por la capilla de San Antonio (4 de la figura 17 de Ashauer) aparece ya el sinclinal del torrente de la Lou, si bien se figura con el flanco Sur laminado, detalle ése que no hemos podido corroborar. En el mismo lugar, el corte *b-b'* dado por Almela, Garrido y Ríos (7) no manifiesta en cambio tal pliegue y además representa un contacto normal entre el garumnense del flanco Sur de la Sierra del Portet y el terciario de la depresión, cuando, en realidad, el contacto es tectonizado.

Llopis, en 1936 y en 1952, presenta siempre, en sus cortes y en el texto, a la Sierra del Portet y de Campllone como formada por los conglomerados terciarios, cosa a todas luces errónea, puesto que tan sólo la Sierra de Queralt en la región del Santuario es cocena. Tales circunstancias

eran ya conocidas de L. M.<sup>o</sup> Vidal, Ashauer y Almela, Garrido y Ríos.

El propio autor, en 1952, señala las margas lutecienses en las vaguadas de La Lou y de Campllong, donde en 1936 colocaba las margas garumnenses. Nuestras observaciones nos conducen a admitir como más acertada su versión de 1936. La interpretación de 1952 nos llevaría a colocar el contacto con la Depresión al pie de las sierras de Vilosiu y Cogulló d'Estela cuando, en realidad, se halla al pie de la vertiente Sur de la Sierra de Portet-Campllong.

b) *Estructura del garumnense.*

Señalada la disposición sinclinal del mismo en El Portell, Queralt y Pla de Campllong, existe una zona, la de Espinalbet-Corbera, que, a excepción de Llopis (5, 8) no ha tratado ningún autor.

En tal paraje la estructura del garumnense se complica un tanto como ya señala el indicado autor al hablar de los repliegues que en este lugar presenta.

Sin embargo, dicho autor (5) da un corte que si bien da idea general de la estructura, ignora el sinclinal garumnense del torrente de La Lou, considera senonenses las calizas de Espinalbet y lamina más al Norte el garumnense, que así no existiría en el sinclinal de Corbera, consecuencia ésta obligada al atribuir al senonense las calizas de Espinalbet. Los pliegues tienen, además, en el corte citado, una vergencia al Sur exagerada. Una simple comparación con nuestro corte resalta las diferencias observadas.

A nuestro modo de ver, el senonense de la Sierra de Vilosiu, en la parte que da a Espinalbet, está plegado en cascada a la manera de los lóbulos que se forman en una

masa plástica que se extiende, y muestra un surco superior suave ocupado, en parte, por el garumnense inferior del Campo de Buscalt, y un gran abombamiento volcado al SSW, que, en parte, reposa sobre el sinclinal garumnense de la vaguada de La Lou. Hacia Espinalbet y Corbera esta masa cretácica sufre un *ennoyement*, en el que la erosión ha respetado el garumnense; tal *ennoyement* se profundiza aún hacia el Oeste, por lo que la erosión deja incólumes capas cada vez más modernas; desde el garumnense inferior (Buscalt), garumnense superior (Corbera), eoceno inferior con calizas de alveolinas (Cogulló d'Estela), al luteciense detritico (La Corba).

La masa garumnense prolonga el sinclinal de Buscalt por Corbera y el Cogulló d'Estela con núcleo ya eoceno. El abombamiento de Vilosiu, en cambio, se ve estrecharse y agudizarse hacia Corbera, y al Oeste de tal punto desaparece. Con ello el sinclinal garumnense de La Lou y el de Corbera acaban uniéndose en el de Cogulló d'Estela, que se prolonga por La Corba. Así, en el extremo occidental de esta estructura se suceden ya solamente, de Sur a Norte, el anticlinal de Campllong y el sinclinal de La Corba, con núcleo luteciense, vergente al Sur y limitado al Norte por un contacto anormal con el secundario (Llopis), en el que asoman términos bajos del mesozoico.

Valga esta aportación a la revisión geológica de esta limitada zona del Bergadán, para un más perfecto conocimiento geológico del mismo.

BIBLIOGRAFIA

- (1) L. M.<sup>o</sup> VIDAL: *Sobre la presencia de la formación lacustre de Rilly en el Pirineo Catalán.* B. R. A. C. A. Barcelona, 3.<sup>o</sup> S., vol. I Octubre, 1903.

- (2) M. DALLONI: *Géologie des Pyrénées Catalanes*. Alger, 1932.
- (3) H. ASHAUER: *Die östliche Endigung der Pyrenäen* «Beitr. Geol. westl. Mediterranean Gebiete 11. Abh. Ges. Wiss. Göttingen», Math-Phys. Kl. dreie Folge, heft 10, 1934.
- (4) H. ASHAUER und R. TEICHMÜLLER: *Die Variscische und Alpidische Gebirgsbildung Kataloniens*. Id., id., id., Heft 16, 1935.
- (5) N. LLOPIS LLADÓ: *Sobre la geología dels cims del Prebrajorec i sobre la tectónica del Bergadà*. «Bullettí de la Institució Catalana d'Història Natural», vol. XXXVI, págs. 34-61. Barcelona, 1936.
- (6) P. BIROT: *Recherches sur la morphologie des Pyrénées orientales franco-espagnoles*. Paris, 1937.
- (7) A. ALMELA, GARRIDO y RÍOS: *Contribución al conocimiento de la zona subpirenaica catalana*. «Bol. I. Geol. y Minero de España», tomo LVI, 3.ª serie, págs. 337-452, Madrid, 1943.
- (8) N. LLOPIS LLADÓ: *Los relieves estructurales del Alto valle del Llobregat*. «Estudios Geográficos», año XIII, núm. 46, págs. 73-142 y 12 láminas. Madrid, 1952.

Recibido el 15-VI-58.

## El factor geológico en la evolución cultural

POR

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

ANTONIO DUE ROJO, S. I.

## EL FACTOR GEOLOGICO EN LA EVOLUCION CULTURAL

Se ha dicho que el suelo hace al hombre, que es algo de que se vive y porque se muere ; entendiendo por suelo un complejo formado por esa tierra en que se nace, se vive y se muere, juntamente con los demás factores geográficos, topográficos y climatológicos (el cielo de la región) que dan su carácter propio a cada país e influyen poderosamente en el modo de ser de sus habitantes (5). En este factor geológico natural hay que buscar muchas veces la explicación de hechos históricos de todos los tiempos ; se podrá dudar en determinados casos si son realmente decisivos en tales procesos los agentes que estudia la geología fisiográfica y dinámica, o si por el contrario, es la iniciativa humana la que puede influir en ellos, al menos localmente, como cuando desvía artificialmente el curso de los ríos, deseca o crea los pantanos, o por medio de cultivos favorece y mejora la naturaleza del suelo. Más exacto es decir que hay influjo mutuo entre dos clases de fuerzas : la espiritual en el entendimiento y voluntad del hombre, capaz de sojuzgar las energías naturales, y la material de estas últimas en su acción sobre el ambiente que rodea al hombre.

Por muy bien dotado que esté un pueblo intelectual-



mente, si le faltan medios y facilidades para su conveniente desarrollo, no progresará tanto como otros quizá peor dotados, pero a cuyo alcance se hallan fuentes aseguibles de riqueza; así en la cultura intervienen factores ajenos a la voluntad y a la iniciativa, y cuando estas circunstancias son especialmente favorables, el nivel cultural sube a veces vertiginosamente: el bienestar material redonda ordinariamente en el perfeccionamiento intelectual y éste, a su vez, en el incremento de las riquezas; crece el poder, se forman los imperios mediante las conquistas, etc., hasta que por circunstancias adversas, que podrán ser de orden geológico y más frecuentemente de orden político o civil, viene la decadencia y aun el aniquilamiento total, como ha ocurrido tantas veces, así en pequeña como en gran escala.

El concepto de la evolución de la cultura humana, nacido hace poco más de un siglo, ha sufrido también una evolución azarosa, con altibajos muy acusados, según los diferentes puntos de vista bajo los cuales ha sido considerado: se acogió con entusiasmo la idea en tiempos de Darwin; se dejó poco menos que por muerta a fines del siglo pasado, y nuevamente ha vuelto a florecer recientemente, esta vez cimentada sobre bases más sólidas y sin los defectos de apreciación o de método que motivaron su anterior decadencia; así, por ejemplo, en la mentalidad inglesa prevaleció la visión de una como tendencia natural y rectilínea, que conducía desde el hombre salvaje y amoral hasta el llamado «homo europaeus», suprema norma de perfección, pasando por el estado intermedio de la barbarie, y todo ello sometido a una ley inflexible de progreso. Vino luego la observación imparcial y objetiva de los hechos con el estudio sobre el terreno de muy diversas culturas antiguas y modernas, y se vió que la realidad no en-

cajaba en aquellos simples moldes preconcebidos; en pocas palabras: la línea de la evolución no era una recta ascendente, sino una curva muy compleja, sujeta a leyes que todavía faltaba descubrir. En su lugar nacieron teorías que por el método de los *girones* y *remiendos* (*shreds and patches*) intentaron la reconstrucción de la verdadera historia. La clasificación de las civilizaciones para su debida ordenación seleccionó multitud de criterios concretos, tales como las diversas formas de instrumentos o de medios de defensa, la industria, sociología, religión, etc., para ascender desde ellos a otras normas más elevadas de orden psicológico y llegar a la mente y voluntad humanas, donde evidentemente está la raíz de toda cultura, pero de la que pueden brotar frutos completamente diversos, según los factores que en ella influyan.

Se ha discutido mucho y dado lugar a no pocas confusiones sobre la libertad o régimen consciente y el determinismo o régimen inconsciente de la evolución cultural: algo así como la lucha entre el hombre racional por una parte y el medio ambiente por otra. En este sentido, la frase citada al principio de que el suelo hace al hombre, sería equivalente al dicho vulgar de que la ocasión hace al ladrón, no como causa que lo impulse ineluctablemente, sino como oportunidad, posibilidad y facilidad para sus actos: así entendido, no cabe duda que el factor geológico combinado con el humano, puede alterar indefinidamente los resultados obtenidos y que se producirá una evolución plurilineal de las culturas, tales como la experiencia las muestra, en nada parecida a la línea recta y única imaginada por los antropólogos del siglo pasado. La arqueología moderna ofrece abundantes ejemplos que confirman lo dicho (8).

## PREHISTORIA AFRICANA

En épocas sucesivas desde tiempos remotísimos consta que ha sido habitable y habitado todo el vasto continente; pero a intervalos y a manera de compartimentos estancos por la difícil comunicación entre unas y otras regiones, separadas a veces por extensas marismas o por desiertos probablemente mayores que el Sáhara actual. La cronología de estas culturas que evolucionaban independientemente, deducidas de la diversidad de instrumentos y otros vestigios hallados, está forzosamente relacionada con los acontecimientos geológicos y climatológicos: avance y retroceso de las fases glaciales y consiguientes variaciones en el nivel del mar, régimen de lluvias y sus consecuencias sobre la erosión y aluviones en los valles fluviales y, naturalmente, sobre la fauna y flora; pero es de notar que en África, como en el Mediterráneo, las glaciaciones no han tenido una acción tan directa como en otras latitudes más altas; su influjo ha sido más bien indirecto, de modo que si en Europa se pueden seguir paso a paso las huellas del avance y retroceso de los glaciares y fueron muy acusadas las alternativas de frío y de calor, aquí esas huellas han sido las correspondientes a períodos secos y húmedos, que alteraban, sin embargo, profundamente las condiciones de vida y daban lugar, respectivamente, al florecimiento y expansión de unas especies o a la emigración o extinción de otras.

Por todo el territorio africano se ha comprobado la presencia de una industria que es a la vez la más primitiva y la más antigua conocida: la denominada *cultura del guijarro* (*pebble culture*) consistente en la talla de cantos por

una porción tan sólo de su contorno, sirviendo de mango la parte no tallada, precursora de los bifaces chelenses, que son los más antiguos instrumentos hallados en Europa, por lo que a estos africanos se les ha llamado prechelenses. Hay ciertas discrepancias, en cierto modo explicables por las razones geológicas aducidas, entre la evolución cultural africana y la europea: el paleolítico superior es más tardío en aquella y está representado por industrias que difieren bastante de las solutrenses y magdalenenses de ésta; y otro tanto sucede con el neolítico, época de pastores y agricultores, que en Egipto precede casi inmediatamente a la era de las dinastías y que en cierto modo, en comarcas aisladas, ha durado hasta tiempos muy recientes, y más al Sur, hasta nuestros días; por lo demás, según no pocos antropólogos, se da el caso paradójico de que la raza negra en la mayor parte del continente es de formación relativamente moderna (4).

## EL ENIGMA DE LA POLINESIA

La enorme extensión del océano Pacífico ocupada por los polinesios, aunque de un modo tan discontinuo, es la mayor del mundo habitada por un solo pueblo de caracteres raciales muy semejantes, que conservan las mismas costumbres y hablan el mismo lenguaje; constituyen un problema etnológico que todavía no ha podido resolverse y se siguen debatiendo acerca de ellos su origen asiático o americano, este último de especial actualidad después del argumento práctico aportado por Thor Heyerdahl con su famoso viaje de la *Kontiki*. Para explicar su asombrosa expansión territorial no cabe el recurso de recordar los tiempos en que las glaciaciones, al disminuir notablemente el

nivel oceánico, hubo de alterar sustancialmente el mapa del Pacífico y facilitar en muchos puntos las comunicaciones; porque se trata de una raza bastante reciente, cuya activa colonización insular no alcanza tiempos tan remotos. A juzgar solamente por sus instrumentos de piedra tallada, se clasificaría a los primeros pobladores como pertenecientes al neolítico superior; pero su cultura estaba muy por encima de la de la edad de piedra, y no hay más remedio que reconocerles el mérito de haber buscado por medio de la navegación en sus amplias canoas dobles el espacio vital que les faltaba, a medida que las islas a donde abordaban iban haciéndose insuficientes para mantener el incremento de población.

El régimen de vida en la Polinesia actual data de hace unos mil o dos mil años y conservan muchos rasgos comunes a pesar de que en tanta multiplicidad de islas de caprichosa distribución geográfica, el medio ambiente es también muy variado: selvas y desierto, verdaderas ciudades en valles muy amplios e insignificantes atolones, vida de montaña y poblados a orillas del mar; sus dominios se extienden desde la isla de la Pascua al Este, hasta enlazar con las prolongaciones insulares del Asia, y desde Hawái al Norte hasta Nueva Zelanda inclusive al Sur. De ordinario el mar es para ellos la principal fuente de riqueza y la más frecuentada vía de comunicación; y al mismo tiempo es su mayor enemigo, puesto que a veces ha barrido literalmente algunos islotes, ahogando a sus moradores y haciendo imposibles nuevas colonizaciones por haber hecho perecer toda la vegetación; otro elemento de vital importancia es el viento, tanto para bien como para mal, según que venga húmedo o seco y favorezca o destruya las plantas: en casos extremos el exceso de lluvia y viento por va-

rias semanas seguidas impide la pesca y los cultivos, y al revés, los vientos excesivamente cálidos y secos agostan rápidamente las reducidas cosechas y entonces hay que buscar un sustento precario en plantas más resistentes a los elementos, aunque de pésima calidad alimenticia, o bien recurrir al canibalismo, cuya existencia en las costumbres de algunos polinesios reconoce probablemente este origen.

A pesar de estos azares, la cultura polinésica es sorprendentemente avanzada: en agricultura han logrado maravillas en cuanto a riegos y cultivos, hasta transformar en jardines algunas de sus islas, como por ejemplo las de Tonga Tabu; asimismo sus instrumentos y objetos de arte revelan un elevado sentido estético, que, además, ofrece algunas variantes características de islas determinadas, por lo que ha sido fácil reconstruir por estos signos las rutas de emigración seguidas por cada grupo de polinesios; el prolongado aislamiento de ciertas razas ha podido comprobarse por variaciones accidentales entre los cráneos antiguos y los de los actuales isleños, dato este último que está en perfecto acuerdo con la clasificación y distribución deducida de los objetos usados en cada lugar.

La comunidad sustancial de lengua entre islas tan distantes ha sido no solamente un buen medio de identificación, sino que ha facilitado el estudio de su literatura, notablemente rica y valiosa para los historiadores, ya que en multitud de cantos y leyendas se alude a las gestas de sus antepasados: es un lenguaje lleno de cadencias y armonías que desde que fué conocido atrajo la atención del mundo occidental y favoreció no poco su estudio por los especialistas; por fortuna los primeros exploradores recogieron a tiempo abundante material de este género, antes que el len-

guaje nativo se contaminase con términos y giros importados por los extranjeros. Una nueva técnica glosocronológica ha logrado establecer con sólida probabilidad el ritmo de alteración espontánea de las lenguas primitivas, a razón de un 20 por 100 de mutación por cada milenio; según esta norma, los polinesios se habrían establecido aquí unos dos mil años antes de que llegaran los primeros europeos; en cambio, desde hace un siglo y tres cuartos, las mudanzas han sido más rápidas e irregulares, cosa perfectamente comprensible si se tiene en cuenta que los visitantes se convirtieron pronto en dominadores.

De la reconstrucción general del proceso emigratorio parece deducirse que hace unos mil años las condiciones de habitabilidad de aquellos archipiélagos eran más favorables que en la actualidad; el factor fisiográfico y dinámico ha experimentado desde entonces alteraciones que han redundado en perjuicio de esta raza y explica bien su estancamiento cultural presente. Se han propuesto diferentes hipótesis para dar razón del fenómeno: epidemias por empeoramiento del clima, escasez de árboles apropiados para la construcción de embarcaciones y restricción consiguiente de la actividad viajera, perturbaciones sociales, etc.; el hecho comprobado es que se extinguió en ellos el espíritu aventurero y optaron por una vida sedentaria, con marcada declinación en la densidad de población de cada núcleo, y hasta abandono de algunos de ellos, donde dejaron a veces monumentos y otros signos de la pasada grandeza. A su vez la colonización por los hombres blancos ha contribuido en no pocas partes a un rejuvenecimiento parcial allí donde todavía perduraba una potencialidad innegable para altos grados de civilización (7).

Hace un par de años, el ya citado Heyerdahl con un

equipo de 26 compañeros han encontrado en las islas de Rapaíti y de la Pascua nuevas pruebas de que los incas y preincas llegaron a establecerse en la Polinesia, al menos en esta región extrema oriental, situada a 3.700 kilómetros de la costa de Chile: han hallado, en efecto, bloques de piedra tallados en una forma que sólo se ha descubierto en el antiguo Perú; otras de tipo más primitivo habían ya aparecido en excavaciones anteriores, procedentes, según Heyerdahl, de invasores de estas islas por habitantes de Tahití y otras islas vecinas, de un nivel cultural inferior, varios siglos antes de que los europeos llegaran al Pacífico. En el vientre de una de las grandes estatuas de piedra desenterradas ahora, se vió grabada la imagen de un navío de tres mástiles, en forma de media luna, de los que en la actualidad se usan modelos pequeños, fabricados con cañas y carrizos ligados entre sí, en el lago Titicaca; y precisamente los nativos de la isla de la Pascua hacen todavía balsas de este material y del mismo tipo que los peruanos; se trata de una especie de espadaña que llaman totora, bien conocida en América, pero desconocida en Asia, que suelen cultivar en terrenos volcánicos (2). Es de notar que la mayoría de los autores se resisten hoy a admitir la tesis *americana* e insisten en defender la emigración asiática como fundamental, aunque reconozcan la probabilidad de un viaje como el de la *Kontiki*, más bien como visita eventual que como colonización masiva.

#### OCASIONES PERDIDAS

El indudable interés que despiertan hoy los problemas etnológicos, clave muchas veces de otros geológicos y paleontológicos, ha impulsado a instituciones científicas pri-

vadas y oficiales de no pocos países a organizar expediciones arqueológicas, que frecuentemente han aportado valiosos datos para su solución; si ahora se descubriese una tribu salvaje donde se hubiese conservado viva la cultura de tiempos muy remotos, indudablemente se apresurarían los antropólogos a aprovechar la oportunidad; pero la antropología es una ciencia recién nacida, y no hace muchos años la actitud de los gobiernos y las academias era de una indiferencia que en nuestros días es objeto de acres censuras, y se lamenta la pérdida de ocasiones que nunca más volverán a presentarse. Así sucedió en Tasmania, donde vivían tribus de aborígenes de piel oscura, pelo algodónado y un régimen semejante al del paleolítico de hace unos cincuenta mil años; recolección de alimentos espontáneos naturales y caza por medios primitivos, tales como piedras y palos aguzados tan rudimentarios como los del hombre de Neanderthal; aun los del paleolítico superior los hubieran considerado como inferiores, ya que éstos no se habían especializado como ellos en instrumentos de sílex y hueso, ni tenían pinturas rupestres ni animales domésticos de ninguna clase. Ni un solo antropólogo visitó nunca a estos aborígenes, que fueron cazados como fieras por los colonos blancos, en su mayoría presidiarios, de suerte que en 1830 no quedaban sino 200 de los varios millares que encontraron los descubridores, y el último murió en 1876.

Es verdad que recientemente se han hecho investigaciones útiles entre los esquimales, australianos, negritos malayos y otras razas; pero son muchas las que se han descuidado por completo y a las que diversas enfermedades importadas y la alteración de las condiciones de vida impuestas por los dominadores, están destruyendo o en cierto modo haciéndoles olvidar el pasado, sustituido por la vida mo-

derna, que absorbe todo vestigio de su antigua cultura. Los yamanas en la Tierra del Fuego, estudiados por Gusinde y Koppers, antropólogos que se hallaban en Chile al tiempo de su descubrimiento, y salvaron lo que se hubiera perdido sin remedio, de haber llegado un poco más tarde, hoy han desaparecido. En la pequeña isla de Enggano, al SW. de Sumatra, hasta hace unos sesenta años hubo un pueblo de cultura arcaica, única en su género; vivían en chozas en forma de colmena, sostenidas por altos pilares, plantaban tubérculos diversos y usaban del hierro, que trabajaban en frío, golpeándolo con piedras; probablemente habían salido de la edad de piedra no mucho antes de un siglo, procedentes de una emigración neolítica hacia Indonesia. El impacto de la civilización occidental extranjera los aniquiló por las epidemias, especialmente la malaria, y hoy se conservan en los museos algunos de sus artefactos, pero nunca se sabrá cómo era su organización social y religiosa.

Una de las ocasiones perdidas más lamentables fué precisamente en la famosa isla de la Pascua, donde los europeos descubrieron en el siglo XVIII las gigantescas estatuas tan conocidas hoy, y comprobaron el hecho insólito de que tenían sus habitantes un sistema de escritura y conservaban documentos antiguos; no se pensó en enviar a alguien entendido en la materia, y a lo más, a fines de siglo siguiente los contadores de uno o dos barcos, a quienes se consideraba suficientemente *intelectuales* para tales investigaciones, dedicaron unos días a estudiar el problema. Cuando, por fin, en 1914 llegó una expedición científica, toda la antigua cultura se había desintegrado; consiguieron averiguar que tenían dos clases de escritura: una de ellas, que se conserva en dos docenas de tablillas en los museos, era com-

pletamente desconocida para los nativos supervivientes; para la otra se halló un anciano que sabía leerla, pero que murió un par de semanas después, dejando tan sólo una hoja de papel con varias líneas indescifrables. Este resultado descorazonador se hizo más patente cuando hace poco el profesor Thomas S. Barthel, de Hamburgo, consiguió descifrar algunas de las tablillas y demostró que arrojan nueva luz sobre la cultura, no ya de la isla de la Pascua, sino también de gran parte de la Polinesia.

Por muchos años corrió el rumor de que existía en el Norte de Siam un pueblo misterioso denominado «espíritus de las hojas amarillas», porque los únicos vestigios de su pasado eran unas chozas pequeñas hechas con hojas secas, que dejaban en pos de sí en su vida nómada por las selvas; por fin, en 1930, el que fué profesor de la Universidad de Viena, H. A. Bernatzic, en viaje de exploración que hizo con su esposa, logró establecer contacto con ellos y hasta les acompañó algún tiempo en sus correrías. Se trata de una raza mongoloide de baja estatura y mentalidad primitiva, que se alimenta de frutos silvestres, lagartos, serpientes, gusanos y otros animales pequeños; fueron muy numerosos en otro tiempo y han habitado territorios muy extensos, aunque ya por entonces la mortalidad infantil, los tigres y los enemigos humanos los habían reducido a pocos centenares. La importancia del estudio de estas tribus radica en el hecho de que muchas chozas semejantes de hojas secas sugieren la existencia de otros supervivientes en las montañas del Vietnam, y podrían dar la clave sobre la historia racial del SE. del Asia y las condiciones de vida del continente en épocas muy remotas; del mismo modo algunas lenguas habladas hoy, pero próximas a desaparecer, significarían la solución de problemas históricos

de gran importancia: por ejemplo, hay en la India central una pequeña tribu, la de los Nahal, cuyo lenguaje se dice ser completamente diverso de los que se hablan en toda la India, y acaso sea un remanente de la de los aborígenes indios (vedoides) antes de la invasión de los arios y dravidianos del Oeste y de los mundarianos del Este; no sólo podrían suministrar datos importantes acerca de la lengua primitiva de los vedoides, cuyos descendientes actuales ascienden a veinte millones, sino también sobre el influjo de los pueblos invasores.

En septiembre de 1956 se reunió en Filadelfia el V Congreso Internacional de Ciencias Antropológicas y Etnológicas, donde se constituyó un Comité para la investigación, desde este punto de vista, de los pueblos amenazados de alteración, desintegración o extinción, al que la UNESCO ofreció su apoyo y votó un subsidio para los trabajos iniciales de organización; uno de los primeros será la formación de una lista de tribus, civilizaciones y lenguas que nunca han sido convenientemente estudiadas y están próximas a desaparecer, con lo que el Comité podrá asesorar debidamente a las diferentes fundaciones e institutos acerca de la importancia y urgencia de los proyectos que se presenten sobre esta clase de investigaciones (1). Es indudable que si ahora se descubriesen los restos de una cultura como la de los negritos de las islas Andamán, que ha estudiado sobre el terreno el antropólogo florentino Lidio Cipriani, y eso ocurriera después de la muerte de sus representantes, se publicarían sensacionales artículos con ilustraciones gráficas de los curiosos objetos allí encontrados; pero no es razonable esperar a la desaparición de esos pueblos para reconstruir imperfecta y laboriosamente lo que estando vivos es tan fácil y fructífero de estudiar: en las

excavaciones de su pasado no hay más que huesos, mientras que en los hombres vivos subsiste aun esa cultura en carne viva, y siempre hay medios de conseguir que ellos mismos nos ilustren sobre lo que nos interesa. A este propósito se han comparado los grandes sumas invertidas en la conquista del Everest, cuya cima estará siempre por siglos y milenios en condiciones de ser escalada, con otras conquistas **harto más interesantes para la ciencia y realizables con sólo una pequeña parte de lo gastado en aquella expedición, salvando así una gran parte de la herencia cultural humana, que de otra suerte se perderá para siempre.**

#### LA CUEVA DE SHANIDAR

En la ladera Sur de uno de los montes Zagros, al Norte del Iraq, hay una caverna habitada hoy por un clan de pastores kurdos con sus ganados y animales, que por su favorable orientación parecía natural que hubiera servido de morada del hombre durante muchas generaciones; lo que no era fácil de imaginar es que el hecho se remontase hasta hace unos 200.000 años y que el hombre de Neanderthal hubiera estado allí, y otros sucesivamente con más o menos continuidad durante unas 3.000 generaciones; por el valle de Shanidar pasa el Zab Mayor, uno de los tributarios del Tigris. Pero Mesopotamia, cuna de las primeras civilizaciones conocidas, no es lugar apropiado para hallar vestigios de la edad de piedra: un pueblo que había de buscarse la vida cazando y recogiendo alimentos naturales, no encontraría verosímelmente un sustento fácil en las marismas y desiertos que entonces integraban el suelo de aquella región, inundada parcialmente por el mar o erosionada violentamente por los dos grandes ríos; más bien habita-

rían las montañas que se elevan más al Norte; y, en efecto, en ellas se han encontrado las huellas de los comienzos de la agricultura y de la vida de aldea, que más tarde dió lugar a la de ciudades.

Los montes Zagros se parecen a las highlands de Escocia; esta cueva, que domina el valle, está a unos 700 metros sobre el nivel del mar y se formó por disolución de la piedra caliza de la colina; en su interior tiene una superficie de suelo equivalente a cuatro pistas de tenis (unos 1.100 metros cuadrados) y una alta bóveda de 14 metros en su máxima altura, ennegrecida por capas seculares de hollín; sus actuales habitantes han construído dentro cabañas y corrales en un régimen de vida que, comparado con el de la moderna Bagdad, a 400 kilómetros de distancia, puede asimilarse más bien al de los pastores asirios de hace 2.500 años. Las excavaciones se hicieron en un trozo acotado en el centro de la cueva, de 6 por 18 metros, hasta una profundidad de 14, donde estaba ya el lecho rocoso, y se ha recogido una valiosa colección de instrumentos, huesos de animales y hasta esqueletos humanos. Se pudieron distinguir fácilmente cuatro estratos diferentes, así por la clase de terreno como por los objetos que en ellos había: a) Metro y medio de tierra negra apisonada por los pies de muchas generaciones, probablemente hasta el neolítico de hace unos 7.000 años, cuando tuvo lugar la transición de la vida de cazadores a la de agricultores y pastores; comparada con la de sus moradores presentes, no es mucha la diferencia: algunos morteros de piedra son iguales a los que ellos usan, y solamente en la capa superior hay piedras circulares de molino semejantes a las suyas; a unos 30 centímetros de profundidad había hornillos de pipa para tabaco de hace unos 300 años. b) Sigue una capa de poco

espesor, que según los análisis radiactivos de carbono 14 data del mesolítico de hace unos 12.000 años y contiene artefactos correspondientes a un pueblo que ni conocía la agricultura, ni la cerámica, ni los animales domésticos; predominan los restos de caracoles que debían de consumirse en grandes cantidades, pero escasean los restos de animales mayores: probablemente se trata de un período de aridez de la región, a pesar de lo cual hay signos de cierta holgura, a juzgar por algunas puntas de flecha de exquisita labor y leznas de hueso que quizás servían de agujas para coser, así como grabados en pizarra y otras piezas de ornamentación. Un intervalo de 17.000 años viene a continuación, durante el cual la cueva no parece haber sido habitada, porque la capa siguiente, c), comprende desde los 29.000 a los 34.000, deducidos del análisis radiactivo del carbón de los hogares; en la parte superior de este estrato hay muchos trozos de roca del techo, desprendidos probablemente a causa de terremotos, y la naturaleza del suelo, un depósito amarillento de 2,5 metros de espesor, muestra haber sido ocupada a fines del Paleolítico, lo cual constituye una anomalía en la región del Iraq, porque los instrumentos de sílice en forma de hojas, análogos a los de esa época en el auriñacense europeo, no se han hallado nunca allí, aunque en otros sitios próximos había indicios de culturas posteriores y anteriores: de aquí el nuevo nombre de baradostianense que se le ha dado, por el nombre del macizo montañoso donde está la cueva. Como era de temer, no se han conservado los objetos de madera labrados con esos instrumentos, ya que se sabe por exploradores antiguos que hubo en la edad de piedra excelentes artistas en esta clase de manufactura. d) La última capa es de 9 metros de espesor hasta el nivel de la roca, y marca una línea divisoria

en el terreno paleoantropológico; los hombres que vivieron en los estratos superiores eran de la raza del «homo sapiens», mientras que abajo desde los 45.000 años para atrás, aparece la raza extinguida de Neanderthal, de la que no sólo se han hallado instrumentos primitivos del tipo musteriense, sino también tres esqueletos, entre ellos el primero de niño encontrado hasta ahora. Hay una gruesa capa de restos de hogueras, de 2,5 metros de espesor, correspondiente a un largo período de intenso frío para los moradores de este albergue natural, que verosíblemente permanecieron en él casi continuamente y mantenían el fuego encendido, así para calentarse como para ahuyentar a los animales salvajes; además hubo de ser una época muy húmeda, única en la historia de la cueva, como lo demuestran las estalagmitas, muy abundantes en este nivel e indicio manifiesto de copiosas lluvias. Es de notar que el refugio no carecía de graves desventajas, pues también son muchas en este sitio las rocas desprendidas del techo, que hacían peligrosa la forzada permanencia en él, y por esta causa aparecen destrozados los restos de algunos animales y de los hombres; los tres esqueletos humanos están separados por miles de años de intervalo; el más reciente y mejor conservado, porque fué menos quebrantado por los peñascos que causaron su muerte, vivió hace 45.000 años; el segundo, entre los 60 y los 65.000, mucho más destrozado, aun en el cráneo, y el niño hacia los 70.000, murió de la misma manera; quizá en el resto de la extensa caverna se hallan todavía más, lo que podrá investigarse en excavaciones futuras; porque además del interés evidente que ofrecen los datos reseñados, es éste un caso particular en la historia del hombre neandertalense: mientras sus congéneres de Palestina, a 1.000 kilómetros de distancia, ha-



bian sucumbido todos a las inclemencias del tiempo, los de Shanidar, gracias a esta especie de fortaleza natural, se pudieron defender siglo tras siglo, aunque vegetando en una monotonía que se evidencia por la uniformidad, a lo largo de esos siglos, de los indicios conservados aquí de su primitiva cultura. Como dato curioso añadiremos que el Gobierno iraqués tiene planes de hacer un gran embalse para las aguas del Zab Mayor, que entonces inundarán todo el valle de Shanidar; afortunadamente, esta vez se ha llegado a tiempo para arrancarle a la cueva sus secretos antes de que desaparezca (6).

Mesopotamia es hoy un mar de dunas secas calcinadas por el sol y era también, hace 6.000 años, un desierto barrido por los vientos, sin elementos minerales utilizables, sin materiales de construcción, sin árboles; se le ha llamado una tierra «que tenía contra sí la mano de Dios»; y sin embargo, en esta región desolada fué donde el hombre hizo florecer lo que probablemente ha sido la primera civilización de alto nivel: allí nació el arte de la escritura, se inventó la técnica agrícola, la arquitectura con las primeras ciudades dignas de este nombre y el primer código legislativo. Tal fué el pueblo sumerio, revelado hoy tras prolongados trabajos arqueológicos como sorprendentemente moderno en todos sus aspectos. La falta de elementos naturales y materias primas la suplieron con el ingenio, creando así condiciones geológicas que no existían: los juncos de las marismas y el barro de los ríos, con que comenzaron a hacer sus casas, dió pronto lugar a la invención de los ladrillos con que se levantaron las ciudades; el agua del Tigris y del Eufrates fué canalizado, y el regadío convirtió en un vergel los campos antes yermos; por último, el exceso de producción fué exportado a otras

comarcas a cambio del hierro y otros materiales que les faltaban. Toda esta civilización, que en un principio se atribuyó a los asirios, pudo comprobarse por los documentos cuneiformes que en realidad tenía su origen en otra raza anterior, en un imperio sojuzgado más tarde por los semitas occidentales y conquistado por Sargón el Grande, hasta que a vueltas de numerosas vicisitudes, Babilonia se hizo dueña del país y los sumerios perdieron su identidad hasta borrarse su nombre de la memoria de los historiadores; la lengua, muerta por muchos siglos, se conservó solamente en los escritos, de donde se ha resucitado recientemente al descubrirse la verdad (3).

Se ha llamado en Africa a las nubes de langosta «creadores de desiertos», porque en efecto, de tal modo arrasan toda la vegetación de grandes extensiones de terreno, que alteran profundamente las condiciones geológicas, que difícilmente recobran su estado anterior; algo semejante ha ocurrido en diversas épocas históricas por las invasiones destructoras con que unos hombres han aniquilado la obra constructiva de otros, y así ocurrió en Mesopotamia, como también en Palestina, al ser abandonadas después de una conquista como las que se realizaban por los imperios del Medio Oriente; en la actualidad, nuevos conatos de reforma intentan reconstruir lo destruído y resucitar a nueva vida un país que ha demostrado poseer elementos suficientes para ello.

#### EL PROBLEMA DEL SUELO VEGETAL.

Pero hay un límite al influjo humano; se puede transformar, aprovechar y encauzar los elementos geológicos hasta cierto punto, pasado el cual no queda al hombre de

todos los tiempos otra alternativa que buscar un sitio más favorable en que establecerse, si no quiere sucumbir como individuo o como raza; así ha ocurrido cuando el factor climatológico durante las glaciaciones hacía inhabitable una región y había que buscar otra de condiciones menos inclementes: unas veces con conocimiento previo que sirve de guía en la elección, y otras, al azar y sin rumbo fijo. Lo primero tuvo lugar entre los europeos que empezaron a poblar los Estados Unidos, donde los alemanes hallaron en el Ohio comarcas semejantes a las del Rin, los escandinavos se fueron al Norte en Wisconsin, Minnesota y las Dakotas, los españoles al Oeste en California, de clima templado, etc.; lo segundo ha sido frecuente en la prehistoria, con resultados unas veces próspero y otras adverso, según que las tentativas de colonización alcanzaran un lugar de condiciones tolerables antes de llegar allí los rigores de que se venía huyendo. Aun hoy, y para un futuro más o menos remoto, se investigan las condiciones de vida para hombres, animales y plantas en muchas regiones del globo, a donde acaso se dirigirán un día las corrientes de emigración forzosa; en particular, ha tenido ya este estudio aplicaciones prácticas en la aclimatación de vegetales de uno a otro país a grandes distancias, con resultados económicos a veces de no poca trascendencia para la solución de problemas sociales (9).

## BIBLIOGRAFIA

- (1) HEINE-GELDERS, R.: *Vanishing cultures*, «Scient. Amer.», v. CXCVI número 5, págs. 39-45, mayo 1957.
- (2) HEYERDAHL, TH.: *Incas settled in South Seas—New evidence*, «Sc. Dig.», pág. 78, noviembre 1956.
- (3) KRAMEB, S. N.: *The sumerians*, «Scient. Amer.», v. CXCVII, número 4, págs. 70-82, octubre 1957.

- (4) P. O.: *Prehistoire de l'Afrique*. «La Nature», v. LXXXIII, páginas 242-243, junio 1955.
- (5) RATCLIFF, J. D.: *Soil makes the man*. «Nation's Business», febrero 1949.
- (6) SOLECKI, R. S.: *Shanidar Cave*. «Scient. Amer.», v. CXCVII número 5, págs. 58-64, noviembre 1957.
- (7) STANLEY, D.: *The settlement of Polynesia*. «Scient. Amer.», volumen CXCIV, v. II, págs. 58-72, agosto 1956.
- (8) STEWART, J. H.: *Cultural evolution*. «Scient. Amer.», v. CXCIV número 5, págs. 69-80, mayo 1956.
- (9) THONE, F.: *Hunting for climate «adoulless»*. «Sc. Dig.», pág. 52 mayo 1949.

Bibliografía consultada para la preparación de la Hoja núm. 59  
del mapa 1:400.000 5.ª edición

POR

A. A. S. y A. G. C.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA PARA LA PREPARACION DE LA HOJA NUM. 59 DEL MAPA  
1 : 400.000 5.<sup>a</sup> EDICION

- BLUMENTHAL, M.: *Versuch einer tectonischen Gliederung der betischen Cordilleren von Central- und Südwest-Andalusien.* «*Eclogae Geol. Helv.*», XX, 1927.
- *Das Westende des Beticums nördlich der Campo de Gibraltar.* «*Geol. Medit. Occid.*», IV, núm. 2, Barcelona, 1933.
- *Die Grenzverhältnisse zwischen sub- und penibetischer Zone im Grenzgebiet der prov. Málaga, Sevilla und Cádiz.* «*Eclogae Geol. Helv.*», núm. 1, Bale, 1934.
- *Le matériel stratigraphique du double pli gaditan (Andalousie).* «*B. S. G. France*», 5.<sup>a</sup> serie, tomo VI, Paris, 1936.
- *Sur l'interprétation tectonique de double pli Gaditan.* «*B. S. G. Fr.*», 5.<sup>a</sup> serie, tomo V, Paris, 1937.
- FALLOT y MARIN: *Observations géologiques sur la chaîne calcaire du Rif espagnol du Dj. Musa a Xauen.* «*C. R. Acad.*», tomo 191, página 382, 1930.
- FALLOT y MARIN: *Comparaison stratigraphique entre l'extrémité occidentale des zones bétiques et penibétiques d'Andalousie et le Nord de l'arc rifain.* «*C. R. Acad.*», Paris, 1930.
- BOURCART, J.: *Sur la stratigraphie de la zone atlantique du Protectorat espagnol au Maroc.* «*C. R. Acad. Sc.*», t. 191, pag. 722, 1930.
- *Essai de coordination des observations sur la stratigraphie du versant atlantique de la Péninsule des Djebalas.* «*C. R. Acad. Sc.*», t. 191, 1930.
- BOURCART, J.: *Sur la stratigraphie de la zone internationale de Tânger.* «*C. R. Acad. Sc.*», t. 191, Paris, 1930.
- *Carte géologique de reconnaisans des Djebalas et du R'Arb septentrional.* «*Ser. Carte géol. du Maroc*», dos hojas escala 1:1.000, 1932.
- BOURCART, J. y LACOSTE, J.: *Une traversée des Djebalas.* «*C. R. Somm. S. G. F.*», págs. 51-52, 1929.

- COMISIÓN DE ESTUDIOS GEOLÓGICOS DE MARRUECOS: *Notice sur la carte géologique de la Zone du Protectorat espagnol au Maroc*. «Cong. Geol. Int.». Bruselas, 1925.
- *Bosquejo geológico de la Zona del Protectorado español en Marruecos*. Escala 1:400.000, 1933.
- *Bosquejo geológico de la Zona del Protectorado español en Marruecos*. Escala 1:400.000, 1943.
- CONGRESO GEOLÓGICO INTERNACIONAL: XIX sesión. Alger, 1952. Serie Maroc A. 31 et C. 31 livret-Gaïde Partie A, B y C. Rabat, 1952.
- COQUAND, H.: *Description géologique de la partie septentrionale de l'empire du Maroc*. B. S. G. F. (2), IV.
- DANTIN, J.: *La cuestión de Yebala y el Garb*. «Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.», XIV, 1914.
- DUPUY DE LOME, E. y MILANS DEL BOSCH, J.: *Geología de Marruecos. Zona de Ceuta*. «Bol. Inst. Geol. y Min. de España», t. XXXVIII, 1917.
- y MILANS DEL BOSCH, J.: *Geología de Marruecos. Zona de Tetuán*. «Bol. Inst. Geol. de España», t. XXXVIII, 1917.
- y MILANS DEL BOSCH, J.: *Geología de Marruecos. Zona Atlántica*. «Bol. Inst. Geol. y Min. de España», t. XXXVIII, 1917.
- DUPUY DE LOME, E. y MILANS DEL BOSCH, J.: *Los terrenos secundarios del estrecho de Gibraltar*. «Bol. Inst. Geol.», XXXIX, 1918.
- *Geología de Marruecos. Estudio geológico de la Península Norte-Marroquí*. «Bol. Inst. Geol. de España», t. XLII, 1921.
- *La orilla africana del estrecho de Gibraltar*. «Bol. Inst. Geol. de España», t. L.I, 1929.
- FALLOT, P.: *Essai et délimitation des traits permanents de la paléogéographie au Secondaire dans la Méditerranée occidentale*. B. S. G. F. (V), II, 1932.
- *Essais sur la repartition des terrains secondaires et tertiaires dans le domaine des Alpides espagnoles: Lambeaux subbetiques de la province de Cádiz*. «Asc. pour l'étude géologique de la Méditerranée occidentale», vol. IV núm. 1. Barcelona, 1934.
- *Sur la partie occidentale de la zone marne-schisteuse du Rif espagnol*. VII Cong. Naz. del Metano e del Petrolio. Tourmina, 1952.
- *Remarques sur la carbouse des chaînes Rifaines-Geotectoniques Symposium su Ehern von Hans Stille*. Stuttgart, 1956.
- BOUCART, DONCIEUX y MARCAIS: *Esquisse géologique du Nord du Maroc*. Etat 1931. Ach. 1:1.000.000.
- y DONCIEUX: *Le Flysch du Rif espagnol*. «C. R. Sc.», t. 197, 1933.
- y DONCIEUX: *El Flysch de la parte occidental de la zona del Protectorado español en Marruecos*. «Mem. Inst. Geol. de España», 1935.

- y MARÍN, A.: Nota sobre la constitución de la cadena del Rif. «Notas y Comunicaciones del Inst. Geol. y Min. de España», año IV.
- y MARÍN, A.: *El Flysch transgresivo sobre el paleozoico del Rif*. «Notas y Comunicaciones del Inst. Geol. de España», año V.
- y MARÍN, A.: *La cordillera del Rif*. «Mem. del Inst. Geol. y Min. de España», 2 vols. y 1 atlas, 1937.
- FERNÁNDEZ NAVARRO, L.: *Plan de una exploración geológica del Noroeste africano*. «Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.», t. VI, 1906.
- *Datos geológicos de las posesiones españolas del Norte de Africa*. «Mem. Soc. Esp. Hist. Nat.», t. V, 1907.
- *La zona española de Marruecos*. «Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.», t. XVI, 1916.
- GÁLVIZ CASERO, A. y LAZUR, J.: *Memoria explicativa de las Hojas A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, A<sub>4</sub>, Yebala, Tetuán, Río Martín*.
- y LAZUR, J.: *Hoja del Mapa Geológico*. Escala 1:50.000. Yebala-Ceuta 2<sub>6</sub> 2<sub>7</sub>.
- *Hoja del Mapa Geológico*. Escala 1:50.000. Yebala-Rincón del Medío. 2<sub>6</sub> 2<sub>7</sub>.
- GAYMA, J.: *Regiones petrolíferas de Andalucía*. Madrid, 1916.
- *Descripción geográfica y geológica de la Serranía de Grazalema*. «Bol. Inst. Geol.», XXXIX, 1918.
- *Mapa geológico de la provincia de Cádiz, escala 1:200.000*. Madrid, 1924.
- *Cádiz y su bahía en el transcurso de los tiempos geológicos*. «Bol. Inst. Geol.», XLIX, 1927.
- KOBER, L.: *Alpine Europa*. Borntraeger, 1931.
- MARÍN Y BERTRÁN DE LIS, A.: *Introducción al primer tomo de estudios geológicos de Marruecos*. «Bol. Inst. Geol. de España», t. XXXVIII, 1917.
- *Estudio petrográfico de las rocas hipogénicas de Marruecos*. «Bol. Inst. Geol. de España», t. XXXVIII, 1917.
- *Introducción al segundo tomo de estudios relativos a la geología de Marruecos*. «Bol. Inst. Geol. de España», t. XLII, 1921.
- *Constitución geológica y riqueza mineral de la zona del Protectorado español en Marruecos*. «Bol. Soc. Geog. Madrid», t. LXX, 1930.
- *Estudio tectónico del Rif y sus consecuencias prácticas*. Publicaciones de la Soc. Nacional. Geog., serie B, núm. 26, 1933.
- *Investigaciones petrolíferas en Marruecos*. «Notas y Comunicaciones Inst. Geol. y Min. de España», núm. 6, 1935.
- y FALLOT, P.: *Sur la répartition de facies dans le Rif espagnol et sur leur caractère particulier*. «C. R. Acad. Sc.», t. 192, 1931.

— — y FALLOT, P.: *Sur la constitution d'ensemble de la chaîne calcaire du Rif espagnol de Ceuta a Punta Pescadores*. «C. R. Acad. Sc.», tomo 190, pág. 871, 1933.

MARÍN Y BERTRÁN DE LIS, A.: *Memoria explicativa del mapa geológico de la zona del Protectorado español de Marruecos*. Madrid, 1956.

A. A. S. y A. G. C.

Diciembre 1957.

Noticias

#### *Comercio Hispánico-Alemán.*

El comercio de España con Alemania, durante el año 1957 en miles de pesetas oro, según los datos de la Dirección General de Aduanas, fué:

	Importación	Exportación
Mnerales, materias terreas y sus derivados ..	3,327	86,978
Metales y sus manufacturas ..	44,739	3,499
Productos químicos y sus derivados ..	64,090	2,693
Petróleos y gasolinas ..	9	1,089

#### *El precio del oro.*

Circulan rumores de que el precio del oro, que se fijó en 1934 en 35 dólares la onza, va a experimentar un aumento, y se da el caso de que «The Economist» sugiere que su precio debe triplicarse. Como consecuencia de estos rumores, las Compañías mineras que benefician este metal, han experimentado una fuerte demanda de oro, y es casi seguro que este tema se trate en la Conferencia de la Commonwealth que tendrá lugar en septiembre. La opinión más generalizada es, de que el oro, no experimentara cambio en su precio, por estar la economía mundial en un momento inflacionista que se puede considerar como dominado.

#### *El fondo de retorno de la exportación de blenda.*

El fondo de retorno de seis pesetas que gravaba a las exportaciones de blenda desde el 24 de mayo de 1957, queda suprimido, liquidándose las exportaciones a 42 pesetas el dólar.

#### *Prospección de uranio en Sicilia*

Para la prospección de uranio, que está realizando en Sicilia el Instituto Italiano de Geofísica, con la colaboración de numerosos téc-

nicos y especialistas, se vio la necesidad de preparar un buen mapa geológico de grandes zonas de la Isla, con un importe para su confección de 500 millones de liras.

#### *Reservas de petróleo del Canadá.*

Las reservas correspondientes a las concesiones otorgadas por los Gobiernos de las Provincias del Canadá, son para el petróleo de 3 209 millones de barriles, y para el gas natural de 560 000 millones de metros cúbicos.

#### *Possibilidades de nuevos yacimientos europeos de hidrocarburos.*

En un informe reciente de la Comisión para el Petróleo de la O. E. C. E. se comenta que los 4 200 567 km. cuadrados de Europa, 1 503 485 corresponden a rocas cristalinas, en las cuales no hay posibilidad de la existencia de yacimientos, 1 070 653 corresponden a zonas sedimentarias con perspectivas bastante favorables y 610 029 a zonas con grandes probabilidades. Los dos últimos grupos representan el 57,6 por 100 de la superficie total.

Se destaca que las investigaciones petrolíferas en Europa, están en general en su primera fase, por lo que afirman, que con excepción de los países escandinavos, cuya geología excluye la posibilidad de descubrir hidrocarburos, el subsuelo de la Europa Occidental está formado en su mayor parte por zonas de sedimentación favorables a la existencia de estos yacimientos.

Como resumen, consideran halagueñas las perspectivas de hidrocarburos europeos, tanto por las extensas zonas de sedimentación favorable, la existencia de yacimientos importantes en las regiones más diversas, el rápido aumento de la producción durante este decenio, como por la elevada proporción de éxitos en las perforaciones realizadas.

#### *La industria petroquímica alemana.*

La industria química alemana derivada del petróleo, absorbe 1,3 por 100 de la producción total de las refinerías y el 44 por 100 de las de gas natural. Además de estas cantidades, se destinan a la industria petroquímica 100 millones de metros cúbicos de gas natural.

#### *XVI Congreso del G. A. M. S.*

Durante los días 24 al 27 de junio, se celebró en París, el 21 Congreso del Grupo para el Avance de los Métodos Espectroquímicos, al cual asis-

tieron los más destacados espectroscopistas que trabajan al Este del teló de acero.

Las 27 comunicaciones estuvieron agrupadas en: espectroscopia d emisión óptica, ultravioleta, ultravioleta lejano e infrarrojo, espectros de rayos X, cromatografía y resonancia magnética y nuclear.

En general se apreció, con relación a los Congresos anteriores de esta entidad, un aumento en el número y la calidad de los trabajos del infrarrojo. Entre los temas metalúrgicos, se trató de la valoración de los elementos de las aleaciones de aluminio, de los aceros y del fósforo e aceros y fundiciones. Entre los mineralúrgicos, de las impurezas de las aluminas y del análisis de los compuestos de silicio y aluminio.

Como aplicación directa a la geología, se presentó una comunicación sobre valoración de los oligoelementos en los fósiles miocenos, de la que es autor el Delegado español Ing. Lopez de Azcona, en la que se establece una posible utilización de los oligoelementos para la datación.

Como complemento del Congreso se realizó una visita a los laboratorios que en Verneuil tiene el Centro de Estudios e Investigaciones Carboneas de Francia, donde tienen una magnífica instalación de espectrógrafos de ultravioleta e infrarrojo. En él los licenciados en Física y Química, estudian cuantos problemas les son planteados por los ingenieros de las minas y de los establecimientos de beneficio. - J. M. L. de A.

#### *La cátedra de Geología de Marsella.*

Durante el mes de mayo de 1968 celebró su primer centenario la cátedra de Geología de la Universidad de Marsella, que con tanta distinción desempeña actualmente el Profesor Corroy.

Para dar el debido realce a esta solemnidad, la Facultad de Ciencia organizó una reunión académica y científica, a la que fueron invitadas las Universidades y Escuelas Técnicas francesas con cátedra de Geología, varias del Extranjero.

Acudieron a esta llamada, a la que respondieron la mayor parte de los profesores franceses, varios profesores belgas y suizos, así como el Profesor L. Solé Sabaris, que ostentaba la representación de la Universidad española, la Srta. Carmen Virgili y el redactor de esta nota, que ostentaba la representación del Instituto Geológico y de la Escuela de Mina.

Fue concedida la presidencia de la reunión al Prof. Ch. Jacob. La sesión de apertura tuvo lugar el día 14 de mayo en la Sala de Conferencias de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Marsella. Presidida por diversas personalidades eclesiásticas, civiles y universitarias, se desarrolló en un ambiente al mismo tiempo solemne y familiar. El Profesor Corroy trazo una breve, pero magistral semblanza de sus predecesores en la cátedra a partir de su fundación, al mismo tiempo que desarrollaba la historia de la cátedra y sus sucesivas realizaciones. Diversas personalid-



des destacaron después la obra y logros del Prof. G. Corroy, con cálidos tonos, tanto para su labor científica como para su personalidad humana, méritos que fueron subrayados con admiración y afecto. Los representantes de Universidades extranjeras expresaron su adhesión. Por España lo hizo el Dr. Solé y después fueron leídas cartas y telegramas de diversos centros y personalidades.

Finalmente, el Prof. Jacob giró los conceptos vertidos y con ello se dió por terminada la sesión académica.

La parte científica de la reunión comenzó la misma tarde, y consistió en la visita geológica del macizo des Maures y de la región tolonesa, para seguir sobre el terreno la descripción de las características de las formaciones geológicas y de los resultados logrados en dos trabajos recientes, uno de ellos llevado a cabo por la Srta. Simone Gueirard, su tesis doctoral, el segundo por el Prof. Claude Gouvernet, ambos afectos a la Cátedra de Geología de la Universidad de Marsella. Una guía conjunta ayudaba a seguir las explicaciones de los autores. La tarde del día 14 nos trasladamos en autocares desde Marsella a Bandol, bellísima población de la costa, cercana a Tolon, desde donde partíamos cada día a las excursiones.

El primer trabajo, el de la Srta. Simone Gueirard, versaba acerca de la estructura geológica del macizo de Maures, dominado por rocas afectadas en diverso grado por metamorfismos, que llegan a su auge extremo en granitos de anatexis y que, en general, es muy intenso y creciente desde la zona de ecinitas, dominantes al Oeste, hasta la de las migmatitas dominantes al Este del macizo.

Son asiento del metamorfismo rocas del Paleozoico inferior, desde el Gotlandés hacia abajo, sobre las que descansa en discordancia el Hullero-Permiano.

El día 15 se dedicó, sobre todo, al examen de las principales facies petrográficas de las rocas pizarroso-cristalinas, lo que se llevó a cabo a lo largo de la cadena costera, desde Le Penoulet por Hyeres, Borines, Cap Negre, y Croix-Valmer, y luego de las migmatitas que vimos en la península de St. Tropez, en Chateau Bertrand y Cap Capon.

El día 15 al estudio del corte de los valles de St. Dammas a St. Maxime, pasando por Garde Freinet y collada del Vignon, desde las neis y micacitas, falla del Col du Vignon, gran falla de l'Ian de Latour y granitos intrusivos, hasta las embrechitas de tipo St. Tropez.

Un aplauso caluroso expresó el reconocimiento de la calidad del trabajo de la Srta. Gouvernet y la claridad de su exposición.

El trabajo del Sr. Gouvernet tenía un objeto principalmente estructural y presentaba una nueva interpretación tectónica de la región tolonesa, de complejísima estructura, donde juegan principalmente: los zócalos de Paleozoico metamórfico de la península de La Seyne, la zona permiana de Sanary-Foulon, sinclinales triásicos de Bandol y del Monte Faron, zonas de cobertura liásico-cretácea al Norte.

Los filadios constituyen macizos, de estructura general anticlinal, levantados por movimientos del fondo: se levantan hacia el Oeste en la zona de Cap Sicé y se anegan hacia el Este, bajo la cobertura permiana. Esta relieja, en forma amortiguada, los movimientos del zócalo.

Los diferentes elementos del paleozoico metamórfico actúan, en forma tectónicamente violenta, sobre las formaciones carboníferas, permianas y triásicas que quedan comprendidas entre ellos, con laminaciones y estiramientos, a veces cabalgantes.

La línea sinclinal Bandol-Faron, de areniscas rojas permianas y triásicas, separa el área anticlinal paleozoica, al Sur, de la cobertura mesozoica plegada; al Norte, de complicada estructura, con fabricaciones al Norte, y donde se halla el Kibbe de Beausset, triásico e infralíasico, que, como consecuencia del alzamiento de la cadena del Gros Cerveau-Croupatier, se desgaja y se desliza al Norte, donde queda aislado como islo autótono.

Los movimientos del zócalo son, a juicio de Gouvernet, los que definen la parte activa de la tectónica local, con su alzamiento general. La cobertura juega, en cambio, un papel pasivo. El menor espesor de la cobertura permite, en la zona Sur, una mayor libertad a los movimientos del zócalo, que se rompe en diversos elementos, cabalgantes los unos sobre los otros en dirección al Sur. La denudación posterior, más fácil, por el menor espesor de la cobertura, los pone de manifiesto.

Al N., en cambio, el mayor espesor de la cobertura, y su mayor peso, dificulta este juego más libre. La cobertura despliega sobre el Trias y se repliega, proceso que se inicia al comienzo del Cretáceo superior y que se acentúa en el Terciario. Las gruesas series sedimentarias de la depresión de Beausset, levantadas por los elementos del zócalo quebrantado, se descomponen en escamas, que se desplazan, en general, hacia el S. De este modo se van marcando, al comienzo del Cretáceo superior, los pliegues de la región al N. de Toulon.

Durante el Terciario se acentúan los empujes. La gruesa serie de Beausset, obligada siempre por su basamento paleozoico, se embute contra los pliegues que se alzan contra ella. En la región de Bandol, el flanco sur del pliegue primitivo despega y se desliza sobre el flanco septentrional, originando un importante recubrimiento. El alzamiento de Gros Cerveau, con sus deslizamientos, en despegue hacia el N., de masas triásicas y del Lias inferior (dameau de Beausset), completan el cuadro tectónico.

Durante los días 17 y 18 de mayo se examinaron sobre el terreno los diferentes elementos que componen estas series y combinaciones tectónicas, insistiendo el primer día sobre todo, en la serie paleozoica de basamento, y el 18 en la sedimentaria de recubrimiento. El tiempo de tormenta y y mistral, de algún día, con no pocas lluvias, trastornó algo el programa.

El día 18 regresamos a mediodía a Bándol, donde tuvo lugar una cordialísima comida de despedida. Los autocares nos llevaron después a Marsella, donde tuvo lugar la disgregación de esta excursión tan instructiva como agradable.— J. M. R. G.

#### *El petróleo francés.*

En los dos planes quinquenales franceses de prospección de petróleo se destinaron con este fin 28.200 millones de francos de 1946 a 1950, y 31.700 millones de 1951 a 1955.

En el año 1956 tuvieron en servicio 77 trenes de sondeo, perforando 345.000 m.; durante el año 1957 continuó activamente la campaña prospectoría, pero sin resultados tan espectaculares como en los anteriores, habiéndose perforado cerca de 500.000 m.

Se supone que en Edyleh, se producirán 1.500.000 toneladas en 1960, y además es prometedora la prospección en Tiguenturine. La extensión del yacimiento de Hassi-Messaud se supone de unos 70 kms. cuadrados, y en Gabon, la producción en Ozuri y Pointe-Clairet se ha valorado en 40.000 t. al año, con nuevos yacimientos en M'Bega y Animba. En el Congo central se descubrió otro yacimiento en Pointe-Indienne, a 16 kms. de Pointe-Noire. Se anunció el descubrimiento de gas natural y petróleo en Clermont, 30 kms. al NE. de Lacq, y de petróleo en Audignon, a 30 km. al Norte de Lacq. Indicios prometedores se han encontrado: en Puisselet, en la región parisiense, St. Lattier, en el valle del Ródano, Sanrhar, en Túnez, en Kechula y en Marruecos.

#### *Disminución progresiva de la rotación terrestre.*

Por el estudio de los eclipses y ocultaciones lunares antiguas se ha llegado a la conclusión de que la velocidad de rotación terrestre disminuye paulatinamente, y se ha comprobado con los relojes atómicos que el aumento de la duración del día es del orden de 30 microsegundos al mes.

La causa de esta disminución de la velocidad se supuso era la fricción producida por las mareas, pero los profesores Korff y Beiser la achacan a que el espacio interplanetario está lleno de un plasma, cargado positivamente, el cual actúa como freno magnético sobre la rotación terrestre, siendo su efecto doble que el que se pueda asignar a la fricción de las mareas sobre el fondo de los océanos.

#### *La química de la hulla.*

Se ha estudiado en los EE. UU. un tipo de calderas que utiliza como combustible los residuos de la hulla, después de haber obtenido la indus-

tria carboquímica los productos que le son útiles. El poder calorífico de esta hulla residual, es análogo al de la hulla entera.

#### *El aluminio francés.*

Se ha emitido un empréstito denominado «Aluminium-Lacq», para la construcción de una factoría de aluminio en Mourenx, con capacidad de 50.000 toneladas anuales de aluminio. Simultáneamente, parte de la energía eléctrica obtenida en el Lacq con gas natural, permitirá aumentar en 23.000 t. al año la capacidad de electrolisis de la fábrica de «Ugine» en Lammezezan, en los Pirineos.

Con este programa se espera alcanzar en 1960 el equilibrio entre la producción y el consumo de aluminio francés.

#### *El petróleo en Turquía.*

La producción nacional, cobre en Turquía un quinto de las necesidades del país. El plan de prospección turco, está actualmente en manos de 18 compañías. La principal zona de actividad es al SE del país, cerca de los yacimientos de Garzan y Raman, que producen en conjunto 300.000 t. anuales de crudos. También se han descubierto importantes reservas en Tracia.

#### *La petroquímica alemana.*

Las importantes empresas químicas alemanas «Chemische Werke Hüls AG» y «Bayerwerke Hüls GmbH», concertaron convenios a plazo largo con la «Eso AG» para el suministro de primeras materias petroquímicas de la refinería que esta tiene en Colonia, para la producción de caucho sintético y materiales plásticos. Con este fin se construirá una conducción de hidrocarburos desde Colonia hasta Hüls.

#### *El petróleo en la República Árabe.*

Por un convenio entre Egipto e Italia, se iniciará próximamente la prospección de petróleo en los territorios meridionales de la República Árabe Unida.

#### *El uranio alemán.*

Las prospecciones realizadas durante el último bienio por Alemania Occidental en el Estado de Renania-Palatinado, dieron por resultado el descubrimiento en Ellweiler, del distrito de Birkenfeld, de un pequeño yacimiento con unas reservas de 100 toneladas de óxido de uranio.

*Reserva de tantalio y niobio en las provincias de Pontevedra y Orense.*

Por Orden del Ministerio de Industria de 24 de junio de 1958, se prorroga la reserva provisional a favor del Estado de los yacimientos de tantalio y niobio existentes en la provincia de Pontevedra, y limitando la que correspondía a la provincia de Orense, únicamente a las cuatro zonas que se designan a continuación, quedando liberado el resto de esta provincia.

Zona «A».— Extensión superficial de 225.280 hectáreas; estará limitada desde la salida del río Aspeiro, por la frontera de Orense y Pontevedra, por un perímetro formado por el mencionado río y el Arceiro hasta su confluencia con el Marañón. Desde aquí al vértice de Coto das Seas 466 m.  $4^{\circ} 22' 00''$  O.  $42^{\circ} 26' 25''$  N., al de Maside 377 m.  $4^{\circ} 20' 10''$  O.  $42^{\circ} 24' 40''$  N., y finalmente al de Ventosa 322 m.  $4^{\circ} 20' 30''$  O.  $42^{\circ} 26' 50''$  N. Se proseguirá al contorno por el vértice Malladoira 482 m.  $4^{\circ} 14' 25''$  O.  $42^{\circ} 19' 10''$  N., el de Alariz 765 m.  $4^{\circ} 6' 40''$  O.  $42^{\circ} 11' 20''$  N., el del Vilar del Barrio 639 m.  $3^{\circ} 55' 25''$  O.  $42^{\circ} 9' 35''$  N., el de Paredo de Piabó 922 m.  $3^{\circ} 51' 15''$  O.  $42^{\circ} 10' 50''$  N., los de San Mamés 1.618 m.  $3^{\circ} 48' 45''$  O.  $42^{\circ} 12' 10''$  N., Seixo 1.720 m.  $3^{\circ} 40' 10''$  O.  $42^{\circ} 11' 40''$  N., Torre de la Iglesia de Santa María de Caba  $3^{\circ} 31' 20''$  O.  $42^{\circ} 16' 10''$  N., la Cota 1.120 m. en el límite de los tres términos municipales, Viama del Bollo, La Gudiña y Vallarino de Conso  $3^{\circ} 30' 50''$  O.  $42^{\circ} 6' 30''$  N., vértice Majedo 1.249 m.  $3^{\circ} 28' 20''$  O.  $42^{\circ} 6' 10''$  N., y Clairós 1.184 m.  $3^{\circ} 21' 35''$  O.  $42^{\circ} 2' 50''$  N., hasta el punto donde el arroyo Abeigas atraviesa la frontera de España y Portugal  $3^{\circ} 23' 25''$  O.  $41^{\circ} 57' 40''$  N. Se cerrará el contorno con la frontera con Portugal y luego Zamora hasta punto límite de Orense, León y Zamora  $3^{\circ} 5' 50''$  O.  $42^{\circ} 15' 20''$  N., vértice Moneda 1.525 m.  $3^{\circ} 15' 30''$  O.  $42^{\circ} 19' 55''$  N., y Chazabella 1.415 m.  $3^{\circ} 16' 36''$  O.  $42^{\circ} 18' 50''$  N., Laguna Grande 1.242 m.  $3^{\circ} 20' 30''$  O.  $42^{\circ} 26' 50''$  N., frontera con Lugo y una pequeña parte con Pontevedra hasta llegar al punto de partida.

Zona «B».— Extensión superficial 28.640 hectáreas, estando enclavadas dentro del contorno siguiente: vértice Puza, 1.033 m.  $4^{\circ} 37' 55''$  O.  $42^{\circ} 23' 20''$  N., situado en el límite provincial de Orense y Pontevedra; Torre de la Iglesia de San Antonio, en Cortegazas  $4^{\circ} 32' 50''$  O.  $42^{\circ} 19' 50''$  N.; vértice Aterial, 646 m.  $4^{\circ} 29' 20''$  O.  $42^{\circ} 22' 20''$  N.; Leiro 202 m.  $4^{\circ} 26' 25''$  O.  $42^{\circ} 22' 35''$  N.; Pazos 411 m.  $4^{\circ} 20' 35''$  O.  $42^{\circ} 23' 45''$  N.; Carballino, 397 m.  $4^{\circ} 23' 25''$  O.  $42^{\circ} 25' 45''$  N., y Castro Pedrosa, 684 m.  $4^{\circ} 26' 40''$  O.  $42^{\circ} 28' 50''$  N., y, por último, el mojón provincial sobre la carretera nacional de Orense a Pontevedra N.º: 541 metros para seguir después el límite provincial hasta el vértice Puza de partida.

Zona «C».— Extensión superficial de 69.800 hectáreas, se partirá del

punto  $4^{\circ} 27' 45''$  O.  $41^{\circ} 56' 10''$  N., donde el eje del río Acevedo corta la frontera Portuguesa. Se continuará por los vértices de Quintana, 1.166 m.  $4^{\circ} 29' 55''$  O.  $41^{\circ} 55' 35''$  N.; Lorios, 406 m.  $4^{\circ} 27' 50''$  O.  $41^{\circ} 54' 15''$  N.; Leires, 402 m.  $4^{\circ} 19' 50''$  O.  $41^{\circ} 56' 10''$  N.; Fuente Santa, 1.086 m.  $4^{\circ} 15' 20''$  O.  $42^{\circ} 3' 50''$  N.; San Tomé, 1.071 m.  $4^{\circ} 13' 30''$  N.; Conto, 973 m.  $4^{\circ} 8' 10''$  O.  $42^{\circ} 0' 50''$  N.; Moreiras, 652 m.  $3^{\circ} 59' 50''$  O.  $42^{\circ} 1' 50''$  N.; Guinzo,  $4^{\circ} 2' 25''$  O.  $42^{\circ} 5' 25''$  N., vértice de San Iglesia de San Juan,  $4^{\circ} 6' 10''$  O.  $42^{\circ} 5' 30''$  N.; Rodela, 502 m.  $4^{\circ} 13' 30''$  O.  $42^{\circ} 12' 10''$  N.; Rodela, 502 m.  $4^{\circ} 13' 30''$  O.  $42^{\circ} 12' 10''$  N., y Torre de la Iglesia de San Juan de Louredo, 327 m.  $4^{\circ} 27' 25''$  O.  $42^{\circ} 13' 20''$  N., finalmente, el mojón provincia de Orense y Pontevedra, situado en la carretera comarcal de Guinzo a Villagarcía de Arosa N.º: 531 m.  $4^{\circ} 30' 50''$  O.  $42^{\circ} 12' 50''$  N. Se cerrará el perímetro por el límite provincial de Orense y Pontevedra y frontera portuguesa hasta el punto de partida.

Zona «D».— Esta zona formará un contorno poligonal de 82.920 hectáreas, delimitado por los puntos siguientes: límite de los municipios de Baltar y Girona, en su intersección con la frontera portuguesa,  $4^{\circ} 0' 55''$  O.  $42^{\circ} 54' 35''$  N.; vértice Mirreiras, 652 m.  $3^{\circ} 59' 50''$  O.  $42^{\circ} 1' 10''$  N.; San Juan de Trasmiras, 673 m.  $3^{\circ} 56' 0''$  O.  $42^{\circ} 1' 20''$  N.; Tadarriño, 965 m.  $3^{\circ} 53' 20''$  O.  $42^{\circ} 8' 15''$  N.; y Oterial, 874 m.  $3^{\circ} 50' 45''$  O.  $42^{\circ} 5' 10''$  N.; Lastredo, 784 m.  $3^{\circ} 15' 40''$  O.  $42^{\circ} 4' 30''$  N.; y Laza, 482 m.  $3^{\circ} 46' 25''$  O.  $42^{\circ} 3' 40''$  N.; puente de la carretera de Verín a Laza, sobre el río Castrelo,  $3^{\circ} 44' 50''$  O.  $41^{\circ} 59' 25''$  N.; vértices Ermita, 936 m.  $3^{\circ} 38' 10''$  O.  $41^{\circ} 55' 35''$  N.; Cabancos, 959 m.  $3^{\circ} 35' 50''$  O.  $41^{\circ} 55' 50''$  N., y Fragas, 818 m.  $3^{\circ} 32' 30''$  O.  $41^{\circ} 53' 35''$  N.; y, finalmente, el punto en que el río Rejosende penetra en Portugal,  $3^{\circ} 33' 25''$  O.  $41^{\circ} 52' 10''$  N., para cerrar después el contorno de la frontera portuguesa.

El Instituto Geológico y Mínero de España continuará en el estudio de los yacimientos de tantalio y niobio a que afecta la reserva y que le fué encomendado inicialmente.

La vigencia de la presente prórroga será de dos años, a partir de la fecha del vencimiento de la concedida anteriormente.

*Reserva de niobio de yacimientos de niobio y tantalio de la provincia de La Coruña.*

Por Orden del Ministerio de Industria de 26 de junio de 1958, se reserva definitivamente a favor del Estado los yacimientos de niobio y tantalio que puedan encontrarse en la zona de la provincia de La Coruña, que se designa a continuación:

Zona enclavada en los términos municipales de Boiro y Puebla de Cañamaíl (La Coruña), y encerrada en el perímetro determinado por la línea

poligonal que, partiendo del vértice de Barbanza (kilómetro 13 de la carretera de Noya a Goyanes), pasa por los campanarios de las iglesias de Boiro-Cariño-Puebla del Caramiñal Tomada-San Mamed y cierra nuevamente en el vértice de Barbanza.

La reserva así establecida no podrá causar limitaciones a los derechos derivados de los permisos de investigación y a las concesiones de explotación, situados dentro de dicho perímetro, que se hallasen otorgados o en tramitación antes de la promulgación de la reserva provisional.

Por el Ministerio de Industria se determina, mediante los trámites pertinentes, el organismo encargado de la explotación de los yacimientos que se reservan.

*Ley de 17 de julio de 1958, por la que se modifica el apartado b) del artículo segundo del Decreto-ley de 22 de octubre de 1951 y se fijan normas para la investigación y explotación de minerales radiactivos.*

Salvo las zonas reservadas y que se reserven a la Junta de Energía Nuclear, se declara libre la investigación y consiguiente posible explotación de minerales reactivos en el resto del territorio nacional por las Empresas a quienes se otorguen por el Ministerio de Industria los correspondientes permisos y concesiones, siendo comprador exclusivo de dichos minerales la Junta de Energía Nuclear.

Las solicitudes de permisos de investigación o concesiones de explotación, en las que se consignará expresamente el mineral radiactivo de uranio o torio objeto de la petición, se tramitarán y concederán de acuerdo con las normas establecidas en la Ley de Minas de diecinueve de julio de mil novecientos cuarenta y cuatro y Reglamento para su aplicación, que continuarán vigentes para esta clase de minerales en cuanto no modifique la presente Ley.

La Junta de Energía Nuclear adquirirá y recibirá en sus plantas de concentración y beneficio, sin necesidad de contrato previo, un tonelaje anual de minerales de cada una de las Empresas autorizadas para la explotación, cuya cuantía máxima se fijará por el Ministerio de Industria. Mediante órdenes acordadas por la Comisión Delegada de Asuntos Económicos, a propuesta del Ministerio de Industria, se fijarán las leyes mínimas de contenidos de óxidos de uranio por tonelada de mineral, así como las condiciones y precio de adquisición.

Para adquisiciones anuales superiores a las que se fijan, según se indica anteriormente, será preciso un contrato entre el minero explotador y la Junta de Energía Nuclear, cuya forma y modalidades se regularán en las disposiciones complementarias de esta Ley.

La Junta de Energía Nuclear se reservará la no admisión de aquellos minerales que, por interferencia de otros elementos distintos de los radiactivos, hagan que su beneficio resulte antieconómico en relación con

la ley que tengan. Tanto en este caso como cuando a los titulares de concesiones de minerales radiactivos les resulte antieconómico su explotación por aplicación de los precios y condiciones que se establezcan de acuerdo con las normas que fija la presente ley, podrán aquéllos solicitar del Ministerio de Industria que se les declare exentos de la obligación de mantener sus trabajos en actividad, a efectos de lo dispuesto sobre esta materia en la vigente Ley de Minas.

Si el desarrollo de esta minería así lo aconsejase, se podrá autorizar por el Ministerio de Industria la instalación y funcionamiento de plantas de concentración por Empresas o entidades que se dediquen a esta minería, continuando la Junta de Energía Nuclear como comprador exclusivo de los concentrados, y con la facultad de inspeccionar dichas plantas.

Los minerales radiactivos extraídos y los de esta clase que eventualmente proceden de cualquier investigación o explotación minera, serán puestos a disposición de la Junta de Energía Nuclear y quedarán inmovilizados hasta que por ésta se disponga su destino, debiendo circular por el territorio nacional provistos de guías especiales expedidas por dicha Junta. La ocultación de la existencia de minerales radiactivos será motivo de cancelación o caducidad del permiso de investigación o concesión de explotación de que se trate, por la autoridad que los hubiera otorgado.

*Orden por la que se levanta la reserva de minerales que a favor del Estado establecían determinadas Ordenes.*

Se levanta la reserva que a favor del Estado establecía la Orden del Ministerio de Industria de 18 de octubre de 1956, pudiendo, por tanto, solicitarse de esta zona liberada los permisos de investigación o concesiones de explotación de lignitos que se deseen.

Dejar sin efecto las condiciones especiales que con motivo de la reserva antedicha se hubieran impuesto a concesiones o permisos de investigación concedidos dentro del área que hoy se declara franca.

*Reserva provisional a favor del Estado de yacimientos de toda clase de sustancias, en unas zonas de las provincias de Toledo y Ávila.*

Por Orden del Ministerio de Industria de 30 de junio de 1958, se reserva provisionalmente a favor del Estado, los yacimientos de toda clase de sustancias, excluidos los hidrocarburos líquidos y las rocas bituminosas que puedan encontrarse en las zonas que se designan a continuación:

*Provincia de Toledo*

Concesión 605-1: En los términos municipales de Borox, Seseña, Esquivias, Pantoja, Numancia y Alameda de la Sagra y en los parajes conocidos por Langosta, Garrido, Darajabal con la siguiente designación:

Será punto de partida el vértice geodésico denominado Higuera, desde el que se medirán, al Oeste, 6.500 m. y se colocará la primera estaca. De primera a segunda, al Norte, 7.000 m.; de segunda a tercera, al Este, 6.500 m., y de la tercera a cuarta, resultarán, al Sur, 7.000 m., quedando así cerrado el perímetro de 4.550 hectáreas.

Concesión 602-1: En el término municipal de Navamorcuende y en los parajes de Matoterías, Bermeja y Navalasierra, con la siguiente designación:

Será punto de partida el vértice geodésico denominado, de Lanchares, desde el que se medirán, al Este, 3.800 m., y colocará la primera estaca. De primera a segunda estaca, al Sur, 2.600 m.; de segunda a tercera estaca, al Oeste, 3.800, y de tercera a cuarta, resultan, al Norte, 2.600 m., quedando así cerrado el perímetro de las 988 hectáreas.

Concesión 579-1: En los términos municipales de Nombela y Centi-cientos, paraje de Casas de Navasllanas con la siguiente designación:

Será punto de partida el centro de la puerta de Navasllanas, desde el que se medirán, al Oeste, 2.000 m. y se colocará la primera estaca. De primera a segunda, al Norte, 2.000 m.; de segunda a tercera, al Este, 2.000 m., y de tercera a punto de partida, resultarán 2.000 m., al Sur, quedando así cerrado el perímetro de las 400 hectáreas.

Concesión 580-1: En los términos municipales de Paredes de Escalona y Aldeacabco de Escalona, parajes denominados Sierras de Paredes y Asperón, con la siguiente designación:

Será punto de partida, el vértice geodésico denominado Calaborro, desde el que se medirán al Sur 45°, Oeste, 750 m. y se colocará la primera estaca. De primera a segunda, al Norte 45°, Oeste 1.700 m. de segunda a tercera, al Norte 45°, Este 6.500 m., de tercera a cuarta Sur 45°, Este 1700 m., de cuarta a primera Sur 45°, Oeste 1.700 m., quedando así cerrado el perímetro de las 1.105 hectáreas solicitadas.

*Provincia de Avila*

Concesión 554-1: En los términos municipales de Zapardiel de la Rivera y Navalperal de Tormes, paraje conocido por Monte Poyalito, con la siguiente designación:

Será punto de partida el vértice de la torre de la iglesia de Zapardiel. Primera estaca: se medirán 1.000 m. a partir del punto de partida,

según la dirección N. 45°E., y en el extremo de dichos 1.000 m., se colocará la primera estaca; segunda estaca: a 1.000 m. de la primera, según la dirección E. 45°S.; tercera estaca: a 2.000 m. de la segunda, según la dirección S. 45°O.; cuarta estaca: a 1.000 m. de la tercera, según la dirección O. 45°N., quedando así cerrado el perímetro de las 200 hectáreas.

Concesión 555-1: En los términos municipales de Hoyos del Espino, Navarredonda de la Sierra y Barajas, paraje Los Llanillos, con la siguiente designación:

Será punto de partida el vértice geodésico denominado Hoyos del Espino, desde el que se medirán, al Norte, 2.500 m., y se colocará la primera estaca; de primera a segunda, al Este, 3.000 m.; de segunda a tercera, al Sur, 2.500 m., y de tercera a cuarta con el punto de partida, resultarán 3.000 m., al Oeste, quedando así cerrado el perímetro de las 750 hectáreas solicitadas.

Concesión 555-2: En los términos municipales de Cepeda la Mora y Hoyoacero, paraje Cuesta de Vegullanta, con la siguiente designación:

Será punto de partida el centro del puente sobre el río Astillero, de la carretera Avila-Talavera, entre los kilómetros 36 y 37. Primera estaca a 500 m. del punto de partida, según la dirección S. 45° E.; segunda estaca a 700 m. de la primera, según dirección N. 45° O.; tercera estaca a 1.000 m. de la segunda, según dirección N. 45° E.; cuarta estaca a 700 m. de la tercera, según dirección S. 45° E.; quedando así cerrado el perímetro de las 700 hectáreas solicitadas.

Concesión 604-1: En el pródilviso de Arenas de San Pedro y Candela y en término de Hoyos del Hato, parajes Guipero y Vidcubierta, con la siguiente designación:

Será punto de partida la esquina NE. de la Casa de las Meritas, desde el que se medirán al Este 300 m. y se colocará la primera estaca. De primera a segunda, hacia el Norte 2.400 m.; de segunda a tercera, al Oeste, 300 m., y de tercera a cuarta resultan, al Sur, 2.400 m., quedando así cerrado el perímetro de las 720 hectáreas solicitadas.

Todos los rumbos se refieren al Norte astronómico y son sexagesimales.

Se encomienda la ejecución de las labores de investigación y, en su caso, las de explotación, a la Junta de Energía Nuclear, previa demarcación por la Jefatura del Distrito Minero de la zona reservada. Las reservas provisionales así establecidas, expirarán cuando se hayan elevado a reservas definitivas.

Por Orden de este Ministerio de 16 de febrero de 1942 se dispuso la reserva indefinida a favor del Estado, suspendiendo el derecho de registros mineros de carbón en la zona de Montoro Bujalance de la provincia de Córdoba, según perímetro en dicha Orden determinado.

Esta disposición fue rectificada por acuerdo del Consejo de Ministros según Orden ministerial de 12 de noviembre de 1942.

Como consecuencia de lo dispuesto al efecto en la nueva Ley de Minas, promulgada en 1944, se ratificó dicha reserva estableciéndola mediante Orden ministerial de 14 de febrero de 1946, con carácter provisional, elevandola a definitiva por Orden ministerial de 17 de diciembre de 1947.

Terminados los estudios de investigación realizados por el Instituto Geológico y Minero de España, que fue el Organismo que solicitó dicha reserva, se deduce la falta de interés en el mantenimiento de la reserva mencionada, por lo cual y a propuesta de la Dirección General de Minas y Combustibles.

Este Ministerio ha tenido a bien disponer:

Levantar la reserva que a favor del Estado establecía la citada Orden de este Ministerio de 17 de diciembre de 1947 pudiendo, por tanto, solicitarse en esta zona liberada los permisos de investigación o concesiones de explotación de carbón que se deseen.

Dejar sin efecto las condiciones especiales que con motivo de la reserva antedicha se hubieran impuesto a concesiones o permisos de investigación concedidos dentro del área que hoy se declara franca.

#### *Comisión Nacional de Geología*

El día 6 de mayo celebró sesión plenaria de constitución la mencionada Comisión.

Se preparó un proyecto de Reglamento para su discusión en la sesión siguiente.

El señor Presidente dió cuenta de las reuniones celebradas en París por la Comisión del Mapa del Mundo, en la que se acordó preparar tres mapas para el Congreso Geológico del año 1960, que son: el Estratigráfico, el Metalogénico-Minero y el Tectónico. El primero lo tiene hecho España a escala 1:1.000.000; el segundo lo prepara el Instituto Geológico, con la colaboración de los Distritos Mineros, y el tercero se lo ofrece a la Comisión Nacional de Geología. Estos dos serán a la misma escala que el anterior.

El día 2 de junio celebró sesión plenaria esta Comisión.

Después de introducir algunas modificaciones en el proyecto de Reglamento, se acuerda elevarlo a la Superioridad para su aprobación.

Se tomó el acuerdo de dividir España, para la confección del Mapa Tectónico, en siete zonas, que serán encomendadas: la 1.ª, al Grupo gallego del Instituto Geológico; la 2.ª, a la Universidad de Oviedo; la 3.ª, a la Escuela de Ingenieros de Caminos y el Instituto Geológico; la 4.ª, a la Escuela de Ingenieros de Minas y el Instituto Geológico; la 5.ª, a la Universidad de Barcelona; la 6.ª, a la Universidad de Madrid.

y la 7.ª, a las Universidades de Sevilla y de Granada. Se tomará como topografía directora, la misma que se utilizó para el mapa geológico 1/1.000.000.

El día 9 de junio se reunió la Subcomisión de México.

El objeto fundamental de la reunión fue dar cumplimiento al acuerdo del Congreso de México, de preparar un diccionario geológico español y de ciencia afines. Se propuso la reorganización de la Comisión existente y el acoplamiento de los datos que se tenían. Para mayor facilidad e la preparación de las fichas, se formaron los siguientes grupos de materias: Paleontología, Estratigrafía, Tectónica, Hidrología, Geografía física, Mineralogía y Cristalografía, Petrografía, Minería y Léxico antiguo y local de Minería y Geología, Geofísica, Gemmología y Geoquímica.

#### *Especialidades de la Ingeniería de Minas.*

Por Decreto del Ministerio de Educación Nacional, se han establecido las siguientes especialidades de la Ingeniería de Minas: Ingeniero de laboreo y explosivos, Ingenieros de metalurgia y mineralurgia, Ingenieros de energía y combustibles, e Ingenieros de geología y geofísica.

Estas especialidades sólo afectan a los alumnos de la Escuela Superior de Minas que cursen sus estudios por el plan de 1958.

#### *Secciones de Ciencias Geológicas.*

Por Decreto del Ministerio Nacional, se crean dos Secciones de Ciencias Geológicas, una en la Universidad de Granada y otra en la de Oviedo.

#### *Seminario internacional de estudiantes de minas, metalurgia y geología.*

Durante el mes de abril, se celebró en Francia el tercer seminario internacional de la Unión de grandes escuelas de minas, metalurgia y geología con asistencia de delegados de Francia, Alemania, India, Suiza, Italia, España, Polonia, Hungría, Bulgaria, Rumania y Checoslovaquia, con la representación de sus respectivas universidades y escuelas de sus países.

El motivo principal del seminario era, en primer lugar, mostrar y explicar a los asistentes las instalaciones y desarrollo de la industria minera y siderometalúrgica francesa y, en segundo lugar, la serie de conferencias por profesores franceses dedicados principalmente a la Geología, Geofísica y Minería.

Para tal fin, la dirección del Congreso asignó a los asistentes según

sus preferencias, en los siguientes grupos: Carbón del Norte, Carbón de Auvergne, Carbón y Hierro de Alsacia, Electro metalurgia de los Alpes, Uranio en los Pirineos, Uranio de Vendé, y Hierro y Potasa de la Alsacia y Lorena.

Para dar una idea de como se desarrollo este seminario, sigamos al grupo ultimo: Hierro y Potasa de Alsacia y Lorena.

A nuestra llegada a Paris, un autobus de la Escuela de Minas nos trasladó a la residencia y casa de estudiantes de dicha Escuela, donde nos explicaron el programa que vamos a seguir y detallar las instalaciones que vamos a visitar. Salimos por la noche con destino a Lorena y concretamente a su capital, Nancy, donde nos alojamos en la residencia que para estudiantes en practicas posee la Escuela de Minas de Paris. La Escuela nos suministra los trajes y nos traslada a las minas de Mazon-Val de Féz; las cuales con mineral de sus capas situada a 600 m. de profundidad, abastece los hornos altos que la Compañía tiene establecidos en lugares próximos.

Vemos entre otras cosas dignas de notar en estas minas, la sujeción del techo de las galerías por tornillos metálicos que al rosarlos van abriéndose ya al mismo tiempo, comprimiendo las zonas en que han sido introducidos. En este día y los sucesivos no nos abandonará este método de sujeción en las edificaciones de aluminio, ni la grandiosidad de las galerías, ni el modernizamiento al que han conseguido llegar para el arranque y transporte de mineral, principalmente por medio de las perforadoras, excavadoras y camiones de doce toneladas.

Todas las visitas a las minas van acompañadas de explicaciones previas de los sistemas de explotación geológica, etc., así como resolución de toda clase de dudas, por el Ingeniero que nos acompañara por el interior.

El sistema de explotación predominante es el de cámara y pilar.

Entre el hierro y la potasa tenemos dos días de descanso, durante los cuales visitamos Strasbourg. Reanudamos el viaje trasladándonos por Alsacia a Mulhouse, donde visitaremos las minas de potasa del Alto Rhén.

La cuenca principal está en el llano del Rhén y sus afluentes, y próxima a las estribaciones de los Vosgos. Su conocimiento data del año 1904, cuando Vogt Zuzehor y Crüser hicieron sondeos para encontrar petróleo, y en su lugar hallaron dos capas potásicas a 627 y 649 metros de profundidad.

La capa inferior se calcula en unas 20.000 Ha. y la superior en 20.000 Ha., teniendo la primera unos 172 millones de m<sup>3</sup> y espesor 3,5 m. y la segunda 84 millones de m<sup>3</sup> y 1,64 m.

La primera mina que visitamos fue la *Amélie 1*, en su capa superior el espesor es de 1,60 m. y la riqueza de K<sub>2</sub>O 27,5 %, y en la inferior de 4,94 m. y 22 %, respectivamente.

La separación entre capas es bastante uniforme y se puede calcular en unos 20 m., estando formado el banco de separación por margas y

sol común. Las margas son muy fosfóricas, con restos de vegetales foraminíferos, crustáceos, peces, etc.

Las capas están formadas generalmente por silvinita y sal común. La primera suele ser blanca y a veces rojiza.

Se ha podido observar la dirección de los pliegues por medio de sondeos y comprobar que es SO. NE. La red de fallas es alpina con dirección y producidas desde el Oligoceno hasta el Cuaternario.

Igualmente se ha comprobado que el criadero potásico, no es debido a una formación lagunar solamente, sino que por los movimientos tectónicos se formaron depresiones donde se precipitaron las sales.

Las explotaciones se han concentrado en siete pozos y se trabaja en tajos con equipos de obreros reducidos, pero sometidos a los más modernos medios de productividad y con potentes máquinas de arranque y abundante red interna de ferrocarriles. La extracción por lo general se hace con Skips y en los frentes y galerías se usan las cargadoras excavadoras Duckbill y Joy, así como los camiones Joy de pequeño tonelaje, movidos eléctricamente diferentemente, pues de los de las minas de hierro visitadas, que por el extraordinario tamaño de las galerías así como por ser buena ventilación, todas las máquinas trabajan a Gas-Oil.

La ventilación, la radiactividad del potasio y el calor en el interior de la mina son los mayores problemas; este llega a ser de 45° C., que unido a la gran cantidad de polvo, hace que la producción sea solo la cuarta parte de lo que podrían permitir las máquinas extractoras y los transportes; no obstante, se llega a obtener 1.200.000 Tn. de K<sub>2</sub>O por año.

Los métodos de explotación alternan entre el de cámara y pilar y arranque integral, que por su semejanza con los de las minas de potasa españolas, es innecesario hablar de ellos.

El Ministerio de producción nacional organiza la explotación de la cuenca y bajo la denominación de Minas Domaniales de Potasa de Alsacia, suministran la mayor parte de los abonos potásicos que necesita la agricultura francesa.

De regreso en Paris visitamos el Instituto de la Investigación Siderúrgica de St. Germain-en-Laye y el centro técnico del Aluminio.

Las sesiones científicas se celebraron en el Palais de la Decouverte y algunos temas tratados fueron por ejemplo: Aportación de los métodos petrolíferos, Estudios por sondeos eléctricos del bajo Mioceno del Norte de Charb. Las corrientes telúricas y su aplicación a la prospección, Prospección eléctrica y telúrica estudiada sobre modelos reducidos. La representación conforme y diversos problemas de potencial, en dos medios de permeabilidad diferente, etc., etc.

El último día se originó un largo debate para señalar el lugar donde se celebrará el próximo seminario, ya que son varios países los que desean patrocinarlo, pero con la abstención de Suiza y el voto favo

rabie de los restantes se acuerda celebrarlo en Polonia, nación que con-  
cretó más el programa y dió más facilidades para su celebración.

La sesión de clausura se celebró en el Amphithéatre Jurgot de la  
Sorbonne.

Los jefes de la representación española fueron, por la Escuela Supe-  
rior de Ingenieros de Minas, J. M. Kindelán, y por las Facultades de  
Ciencias, J. M. Lopez de Azcoar.

Es digno de señalar y agradecer la gran ayuda que prestaron las  
empresas francesas, así como la dirección de la Escuela de Minas para  
que se haya podido celebrar este seminario. J. M. L. de A. E.

#### REGLAMENTO DE LA COMISION DE GEOLOGIA

##### *Finalidad y composición*

*Por Orden del Ministerio de Industria de 8 de septiembre de 1958 se  
aprueba el Reglamento de la Cámara Nacional de Geología.*

**Artículo 1.º** La Comisión Nacional de Geología, creada por Decreto  
del Ministerio de Industria de 11 de julio de 1957, es un Organismo de  
pendiente del Ministerio de Industria, y constituido dentro del Instituto  
Geológico y Minero de España, para servir de lazo de unión entre las  
Comisiones organizadoras de las sucesivas sesiones de los Congresos  
Geológicos Internacionales, y los geólogos y entidades nacionales, ofi-  
ciales o particulares, interesados en esta ciencia, así como para realizar  
todas aquellas misiones, en relación con el Congreso Geológico Inter-  
nacional, que las Comisiones Organizadoras le encomienden o que por pro-  
pia iniciativa estime conveniente con vistas a la mayor eficacia de  
aquellos Congresos, y en general las relaciones oficiales exteriores con  
los organismos y entidades extranjeras para materias directamente rela-  
cionadas con la Geología y ciencias anexas.

Así pues, la Comisión Nacional de Geología estará encargada de las  
siguientes misiones:

**1.ª** Mantener relación con las Comisiones organizadoras de las se-  
siones de los Congresos Geológicos Internacionales y servir de nexo de  
unión entre éstos y los geólogos y entidades nacionales, oficiales y par-  
ticulares, interesadas en los estudios geológicos a fin de facilitar la la-  
bor de aquellos y colaborar en el mayor éxito de las Sesiones.

**2.ª** Establecer y aportar la colaboración española al estudio inter-  
nacional de todos los problemas, tanto de Geología pura como aplicada,  
y Ciencias conexas.

**3.ª** Coleccionar y ordenar los estudios, investigaciones y trabajos re-  
ferentes a la Geología y Ciencias Conexas, realizados, tanto por Organismos

mos nacionales de ello encargados, como por entidades particulares  
geólogos, dando traslado a los Congresos Geológicos Internacionales de  
todos aquellos destinados a sus sucesivas sesiones.

**4.ª** Elevar a los Poderes Públicos los acuerdos internacionales re-  
caídos sobre estudios, investigaciones y trabajos relativos a las diver-  
sas ramas de la Geología y Ciencias Conexas, procurando su aprobación  
para que, una vez obtenida ésta, sean puestos en ejecución por los Cen-  
tros y Entidades a que corresponda oficialmente.

**5.ª** Estudiar los temas de Geología pura o aplicada que se conside-  
ren de interés internacional y someter al Congreso Geológico Internaci-  
onal aquellas cuestiones que caigan dentro de su competencia y se con-  
sidere deban ser tomadas en consideración y estudiadas por aquél.

**6.ª** Proponer los nombres de los Delegados encargados de representa-  
r a España en cada una de las sesiones de los Congresos Geológicos In-  
ternacionales.

**7.ª** Gestionar la concesión por los Poderes Públicos, del pago de la  
cuotas internacionales que correspondan a España como consecuencia de  
los compromisos aprobados por los Congresos Internacionales.

**Art. 2.º** La Comisión Nacional de Geología estará compuesta por lo  
siguientes miembros:

El Director del Instituto Geológico y Minero de España, que eje-  
cutará las funciones de Presidente.

El Subdirector del Instituto Geológico y Minero de España, que asu-  
mirá las funciones de Vicepresidente, y los siguientes vocales:

Un Vocal del Instituto Geológico y Minero de España.

Un Ingeniero representante de la Dirección General de Minas  
Combustibles.

Un Ingeniero representante del Consejo Superior de Minería.

Un representante del Consejo Superior de Investigaciones Cientí-  
ficas.

Uno de los profesores titulares del Grupo de Ciencias Geológicas de  
la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas.

Dos catedráticos en representación de las Facultades de Ciencias, Se-  
cción de Geología.

Un profesor de Geología en representación de aquellas Escuelas Es-  
peciales de Ingenieros en que esta disciplina figure como asignatura inde-  
pendiente en el plan de estudios.

La Comisión podrá solicitar y proponer la colaboración temporal  
permanente, de aquellos geólogos que por sus especiales conocimientos  
se considere que son necesarios para el cumplimiento de alguna de las mi-  
siones a realizar.

**Art. 3.º** Los miembros de la Comisión Nacional de Geología serán  
nombrados por el Excmo. Sr. Ministro de Industria, y sus propuestas se  
efectuarán de la siguiente forma:



El Director y Subdirector del Instituto Geológico y Minero de España, por el Director General de Minas y Combustibles.

El representante de la Dirección General de Minas y Combustibles por su Director General.

El representante del Consejo Superior de Minería, por el Peto del Consejo de Minería.

El representante del Instituto Geológico y Minero de España, por el Director del Instituto Geológico y Minero de España.

El representante del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, por el Presidente de dicho Organismo.

El representante de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas, por el Director General de Enseñanza Técnica, después de consultar al Claustro de Profesores.

Los dos catedráticos representantes de las Facultades de Ciencias, Sección de Geológicas, por el Director General de Enseñanza.

El profesor de Geología representante de las Escuelas Técnicas Superiores de Ingenieros, por el Director General de Enseñanza Técnica.

Los colaboradores que se solicitan, serán propuestos por la Comisión y previa consulta al Organismo de que dependen, si no ejercen libremente la profesión.

El desempeño de todos estos cargos será gratuito, mientras en los Presupuestos Generales del Estado no se consignen cantidades destinadas a este fin.

Art. 4.º La Comisión Nacional de Geología tendrá un Secretario General que será elegido por votación entre todos sus miembros. El cargo tendrá una duración de cuatro años y será reelegible.

Art. 5.º Las vacantes que se produzcan en la Comisión serán cubiertas en la forma que se dispone en el artículo 3.º

#### *Del Presidente*

Art. 6.º El Presidente tiene las siguientes atribuciones:

1.º Representar ante los Poderes Públicos, Organismos y Comisiones Organizadoras del Congreso Geológico Internacional, a la Comisión Nacional de Geología.

2.º Disponer la celebración de las sesiones y fijar los días en que éstas deben celebrarse.

3.º Establecer el orden del día de cada sesión y el de preferencia en que hayan de tratarse los asuntos a discutir.

4.º Presidir las sesiones, ordenar y dirigir las discusiones, cerrar los debates y someter a votación los asuntos que la requieran.

5.º Autorizar con el Secretario las actas y los certificados relativos a acuerdos y firmar las comunicaciones correspondientes.

6.º Mantener relación con la Comisión Organizadora del Congreso Internacional y vigilar el cumplimiento de las Instrucciones de ésta en todas las relaciones con la organización de las diferentes sesiones de Congreso.

7.º Cuidar del exacto cumplimiento de este Reglamento y velar por la mayor eficacia de la labor encomendada a la Comisión.

8.º Dar noticia a la Comisión de todos los acuerdos, disposiciones y comunicaciones que puedan ser de interés.

#### *Del Vicepresidente*

Art. 7.º El Vicepresidente reemplazará al Presidente en sus funciones, en caso de ausencia de este, por enfermedad o cualquier otra causa o por vacante hasta que se nombre nuevo Presidente.

Art. 8.º El resto del tiempo actuará como Vocal con todos los derechos y obligaciones inherentes a este cargo.

#### *De los Vocales*

Art. 9.º Los Vocales asistirán puntualmente a las sesiones, excusando su falta de asistencia en caso de imposibilidad.

Art. 10.º Formularán los proyectos de dictamen que se les encomienden y estudiarán los asuntos que por la Comisión se les encarguen en relación con los fines de ésta.

Art. 11.º Emitirán sus votos, que podrán explicar brevemente y presentar por escrito cuando sean contrarios a los acuerdos adoptados por la Comisión, en cuyo caso deberá hacerse mención de ellos en el acta.

Podrán presentar mociones y proposiciones que se incluirán en el orden del día de la primera Sesión ordinaria que se celebre. Cuando a juicio del Presidente, la importancia del asunto requiera la celebración de una sesión extraordinaria, ésta será convocada por el Presidente. Cuando las proposiciones lleven la firma de la tercera parte de los miembros que componen la Comisión y en ella se solicite que sea tratada en Sesión extraordinaria, ésta será convocada sin pérdida de tiempo.

#### *Del Secretario General*

Art. 12.º Corresponde al Secretario General las siguientes funciones:

1.º Convocar las sesiones cuando lo ordene el Presidente y redactar las actas, certificados y demás documentos que interesen a la Comisión.

2.º Cuidar de la ejecución de los acuerdos de la Comisión y de la

instrucciones del Presidente, redactando las minutas correspondientes y rubricando al margen las comunicaciones que ponga a la firma del Presidente, en prueba de que se ajustan a los acuerdos tomados.

3.<sup>a</sup> Abrir la correspondencia, dando cuenta de ella al Presidente y tener bajo su cuidado los índices extractados y libros de actas, entradas y salidas.

4.<sup>a</sup> Organizar y conservar los archivos y distribuir a los interesados las circulares, fichas y demás documentos y publicaciones, siguiendo las instrucciones del Congreso Geológico Internacional y de la Comisión.

5.<sup>a</sup> Vigilar la labor del personal subalterno y auxiliar que se adscriba a la Comisión.

#### *De las Subcomisiones*

Art. 13. Para llevar a cabo la labor encomendada a la Comisión, esta designará de su seno las Subcomisiones que estime necesarias, encomendándose a cada una de ellas la misión concreta para la que se considere más idónea.

Art. 14. Los miembros que hayan de constituir las diferentes Subcomisiones, serán elegidos por votación entre todos los que constituyen la Comisión.

Art. 15. Las Subcomisiones podrán proponer a la Comisión, el nombramiento de colaboradores, para los que se seguirán las normas establecidas en el artículo 3.<sup>o</sup>

Art. 16. Las Subcomisiones propondrán por votación entre sus miembros, un Presidente y un Secretario, estudiarán los asuntos, trabajos y publicaciones relativos a su especial cometido, y redactarán los dictámenes y ponencias con ellos relacionados, los cuales se someterán a la aprobación del pleno de la Comisión.

Art. 17. Para tomar resoluciones en casos urgentes, se designará una Subcomisión permanente constituida por el Presidente o Vicepresidente, Secretario General y dos Vocales elegidos por votación entre todos los que componen la Comisión. Estas resoluciones lo serán con carácter provisional y se someterán a la aprobación de la Comisión en la primera sesión siguiente al acuerdo adoptado.

#### *De las sesiones*

Art. 18. La Comisión celebrará sesión ordinaria cada cuatro meses, expresándose en la convocatoria los asuntos que en ella se hayan de tratar. La convocatoria se hará con quince días de anticipación.

Se celebrarán también las sesiones extraordinarias que el Presidente juzgue necesarias, y aquellas que sean solicitadas, al menos por la tercera parte de los miembros de la Comisión.

Art. 19. Para celebrar sesión en primera convocatoria, es necesario que asista por lo menos la mitad más uno de los miembros de la Comisión.

En segunda convocatoria se celebrará la sesión cualquiera que sea el número de asistentes. Esta deberá tener lugar, por lo menos una hora después de la señalada en la convocatoria de la primera.

Art. 20. La sesión dará comienzo con la lectura y aprobación de acta de la sesión anterior, redactada por el Secretario en términos concisos, haciéndose constar los miembros asistentes, los que hacen uso de la palabra en pro o en contra de los proyectos de dictamen que hayan sido objeto de deliberación y los acuerdos adoptados, así como los votos particulares contrarios a la resolución adoptada.

Art. 21. La Comisión deliberará tomando por base de discusión los proyectos de dictamen que hayan formulado las Subcomisiones correspondientes. También podrá el Presidente someter a discusión los asuntos incluidos en el orden del día que a su juicio no requieran preparación ni ponencia previa.

Art. 22. No podrá recaer acuerdo por votación sobre ningún asunto del cual no tengan conocimiento los miembros con cuarenta y ocho horas de anticipación por lo menos.

Art. 23. Los acuerdos se tomarán por mayoría de votos, y las votaciones serán nominales, sin que se permitan abstenciones. En caso de empate se repetirá la votación en la sesión siguiente o en la misma, si el asunto requiere resolución urgente, previa las intervenciones que se solicitan y que no podrán exceder de dos turnos en pro y dos en contra. En caso de nuevo empate, decidirá el voto del Presidente.

#### *De la Oficina Auxiliar Administrativa*

Art. 24. A las órdenes del Secretario General, existirá una Oficina Auxiliar Administrativa, encargada de despachar la correspondencia, llevar los registros y organizar los archivos y ficheros necesarios.

Art. 25. Esta Oficina, cuando el volumen de trabajo lo requiera, se organizará en Negociados que se ocupen de los asuntos de cada una de las Subcomisiones que se constituyen.

Art. 26. A esta Oficina se adscribirá el personal administrativo necesario, del Instituto Geológico y Minero de España, que podrá completarse con personal de otras procedencias, cuando las consignaciones en el Presupuesto de gastos del Estado lo permita y las necesidades de la misión a realizar así lo requieran.

Art. 27. El personal administrativo de la Oficina Auxiliar Administrativa, se regirá en su funcionamiento por el Reglamento del Instituto Geológico y Minero de España.

*Del régimen económico de la Comisión*

Art. 28. Las percepciones que puedan recibir los componentes de la Comisión en concepto de asistencias, dietas u otras remuneraciones, se regularán conforme a cuanto se disponga en los Presupuestos Generales del Estado.

Art. 29. La Comisión Nacional de Geología podrá recibir ayudas y subvenciones de Organismos, Entidades, Empresas y particulares.

Art. 30. Se fijarán de acuerdo con las consignaciones que figuren en los Presupuestos, las percepciones del personal administrativo de la Oficina Auxiliar, así como los gastos de material o cualquier otro que precise la Comisión.

Artículo transitorio. Mientras no figure en los Presupuestos Generales del Estado cantidad alguna para atender a los gastos de la Comisión, éstos se abonarán con cargo a la partida más adecuada de los Presupuestos del Instituto Geológico y Minero de España.

Notas informativas

*Hoja núm. 957. Totana.*

La Hoja de Totana está situada en la provincia de Murcia, al Suroeste de la capital.

Comprende un país de suelo ondulado, con dos grandes alineaciones montañosas (la Sierra Espuña y la Sierra de Carrascoy) en su parte septentrional, y otras de menor elevación en su borde meridional.

La estratigrafía de esta región no es en exceso complicada. Sobre un substratum paleozoico se encuentran potentes y extensos sedimentos triásicos, en la facies típica del Trias germano-andaluz, que afloran principalmente en las Sierras de Espuña y Carrascoy. Comprende la serie, principalmente caliza y dolomítica, desde el Permotrias hasta las dolomías supatriásicas.

No se encuentran depósitos desde el Lías inferior hasta el Vindoboniense. La transgresión vindoboniense, con areniscas y molasas en la base y en la parte superior, con margas arcillosas en facies de «Tap» en el centro, ocupa la mayor parte del país.

Sobre el Vindoboniense yacen discordantes sedimentos lacustres del Mioceno superior y Plioceno.

Finalmente, extensos y potentes depósitos cuaternarios recubren hoy día gran parte de la zona objeto de este estudio.

Las alineaciones triásicas, fuertemente plegadas, se disponen en las Sierras de Espuña y Carrascoy en forma de escamas imbricadas y repetidas de Sur a Norte.

Los sedimentos vindobonienses se hallan fuertemente levantados en su contacto con los afloramientos triásicos, y suavemente plegados en el resto de la zona. Destacan entre los pliegues vindobonienses el sinclinal, que ocupa la parte central de la Hoja, y el anticlinal, que se extiende en su extremo SO.

Presenta gran interés el problema de la posible aloctonía, local y regional, de las series que actualmente ocupan esta zona, y de las que se encuentran más al Norte, cuyas raíces pueden corresponder al área ahora estudiada.

Sobre este problema, y sobre los más complejos de las relaciones entre los elementos tectónicos locales y las grandes unidades de la tectónica regional, se exponen una serie de consideraciones en el capítulo correspondiente a la Memoria. Se citan muy brevemente las síntesis tectónicas de Staub, y el estado actual de las discusiones sobre la posible

aloctona regional de las formaciones que ocupan el país. Se establece también una breve síntesis de su historia geológica y orogenia.

El alumbramiento de aguas subterráneas tiene en esta zona excepcional importancia. Sería muy interesante realizar investigaciones detenidas de hidrología subterránea en la Sierra de Carrascoy y en el sinclinal vindoboniense de la parte central de la zona.

Las explotaciones mineras solo alcanzan, en el interior de la Hoja de Totana, reducida importancia. Existen algunas labores, abandonadas, en la Sierra de Carrascoy; de investigación, de hierro, plomo y cobre, y una pequeña mina de hierro en explotación.

Se explotan también los yesos triásicos y existen pequeñas canteras en las calizas y dolomías del Triás.

#### *Hoja núm. 668, Sagunto.*

Esta situada la Hoja de Sagunto en la parte oriental de la zona limítrofe de las provincias de Castellón y Valencia.

Comprende un país muy montañoso y en general mal comunicado. Todo la zona occidental de la Hoja es accesible únicamente por senderos de montaña. El río Palancia atraviesa la Hoja de NO. a SE., y a lo largo de su curso se encuentran los más importantes núcleos de población de la zona y las principales vías de comunicación.

En las tierras bajas del borde oriental de la Hoja existen muy buenos cultivos de regadío, y aquí la densidad de población es muy grande.

El estudio de la estratigrafía de la zona se ve auxiliado por la diferencia de facies y morfología entre las formaciones que aquí afloran. Es, en cambio, un grave obstáculo la escasez o ausencia absoluta de fósiles en la mayor parte de los niveles.

En la zona oriental de la Hoja afloran bancos de cuarcitas blancas durísimas, que alternan con lechos de pizarras, y que hemos situado en el Paleozoico, posiblemente siluriano.

En el Bunt sandstein, muy potente y bien representado, hemos distinguido un nivel inferior de areniscas duras (Rodeno), un nivel intermedio, predominantemente arcilloso, y un nivel superior de típicas arcillas abigarradas.

El Muschelkalk está formado por dolomías, calizas margosas y margas, que en algunos puntos son muy fosilíferas.

El Keuper, con sus yesos y arcillas abigarradas, adquiere aquí menos desarrollo que en el país situado más al Sur.

El Supra Keuper y Rético forman un potente nivel de calizas, calizas dolomíticas y dolomías, que ocupa considerables superficies de la zona.

El Lias se presenta en afloramientos aislados y, en general, con bastante potencia. Está formado por calizas, calizas margosas y margas

sabulosas amarillentas. Este último nivel es con frecuencia muy fosilífero.

Sobre el Lias yace, en el borde oriental de la Hoja, una alternancia de calizas y calizas margosas tabeadas, que pertenece ya al Dogger.

No existen, en el interior de la Hoja de Sagunto, sedimentos entre el Jurásico superior y Mioceno superior.

A éste pertenece un débil espesor de margas sabulosas, coronadas a veces por caliza lacustre fosilífera, que recubren en algunos lugares a las formaciones del Triás o Jurásico.

Los depósitos cuaternarios son en la zona, y especialmente en la parte oriental, extensos y potentes.

La tectónica que afecta a estas formaciones es, en general, violenta.

Predomina una dirección tectónica ibérica, N.-45-O., a la que se deben grandes ejes sinclinales y anticlinales de esta dirección. Existen, además, los vestigios más septentrionales de la tectónica bética, con pliegues de orientación N.-60 E., que cruzan con los anteriores. Finalmente, en la parte oriental de la Hoja aparecen pliegues muy recientes, posiblemente valaíquicos, y orientados N.-20 E.

Con posterioridad a los empujes orogénicos, han tenido lugar en la zona fuertes fenómenos de distensión, a los que se deben una serie de grandes líneas de fractura, de orientación ibérica, bética y valaíquica, respectivamente.

En los capítulos correspondientes se estudian los principales accidentes tectónicos de la zona, y sus relaciones con la tectónica regional, y se establece una síntesis de la evolución geológica del país y de su orogenia.

La hidrología subterránea tiene en esta zona gran importancia, y esencialmente en su parte oriental, donde existen buenos cultivos de regadío. En un capítulo de la Memoria se estudian las características hidroológicas de las diferentes formaciones que afloran en la zona, y se citan los parajes en que pudieran fijarse labores de alumbramiento de aguas subterráneas.

La minería carece de importancia en el área comprendida en el interior de la Hoja de Sagunto.

Existen, en cambio, importantes canteras, especialmente dedicadas al consumo de las industrias siderúrgicas próximas, y en la zona Norte de la Hoja se explotan los yesos del Keuper.

Notas bibliográficas

## GEONUCLEONICA

H. R. VON GUNTEN y D. LEDEBT: *Préparation d'un étalon de ThB ( $^{212}\text{Bi}$ )* *Chimia*, **146** y **7**, 1958.

Este patrón tiene por fin, la determinación absoluta de edades por la relación ThB/Pb. La técnica que emplean, con contadores de líquido, consiste en medir la actividad  $\beta^-$  del descendiente inmediato, el ThC( $^{212}\text{Bi}$ ). La actividad  $\beta^-$  propia del ThB es energéticamente muy baja para ser registrada en los contadores de los autores.

Dan la receta de la manera de preparar el correspondiente patrón, para poder efectuar las valoraciones. L. DE A.

DEUTSCH, S. y PICCIOTTO, E.: *Etude des halos pleochroïques dans le granite de Medel (Massif du St-Gothard)* «Experientia», XIV, páginas **128** a **30**, 1958.

Insisten sobre la influencia del metamorfismo en la coloración de las aureolas pleocroicas. La edad de la intrusión granítica de Medel es de **250** m. de a., mientras que la deducida por las aureolas es considerablemente inferior (**60** m. de a.). Estos resultados ponen en evidencia la acción del metamorfismo alpino sobre las aureolas de los granitos de Medel y demuestran las posibilidades de este método en los estudios de los efectos de metamorfismo y de la determinación de la edad de este metamorfismo. L. DE A.

DEUTSCH, S., PICCIOTTO, E. y NIGGLI, E.: *Age des halos pleochroïques des granites de Baveno et Monte Orfano*, «Experientia», XIV, **128** a **30**, 1958.

Esta tirada aparte coincide en referencia bibliográfica con la anterior pero no hemos podido aclarar la posible errata por no tener el tomo XIV.

La edad deducida por las aureolas para estos granitos es análoga a la valorada por los de Elbe, de **30** m. de a., o sea, mioceno-oligoceno lo más probable es **75** m. de a. Llegan a la suposición de que estos gra

ritos son anteriores al cretáceo, pero la orogenia alpina afectó parcialmente a las aureolas. Para aclarar esta hipótesis proponen la deducción de la edad por otras técnicas. - L. DE A.

#### PALEONTOLOGIA

M. CRUSAFONT PAIRÓ: *¿Chlamys rogeri o Chlamys vidali?* «Bol. Inf. A. E. P. V.», núm. 15, 1958.

Esta nota es un comentario a la publicada por los Dres. Bataller y Via en el número 5 de esta Revista con el título «El *Chlamys rogeri* Crusafont», nombre nulo, en sustitución del «*Ch. catalanica* M.M. et E.O.F.». En ella llega el Dr. Crusafont a la conclusión siguiente:

El «status» de la presente forma miocénica de Pectínido era el de *Pecten praescabriusculus* FONT, var. *catalanica*, descrito como tal variedad por ALMERA y BOFILL en 1897, sin modificación expresa posterior y, por el contrario, corroborada por nota de FAURA y SANS de 1906. Después de las publicaciones de ALMERA y después de la muerte de este autor, todos los autores que he podido consultar: FONT y SAGUE, FAURA y SANS, VIDAL, DEPERRET, ROMÁN, FALLOT, ROGER, BAZZÁ, ALMELA, etc., es decir, quizás todos los que han hablado, según creo, de nuestra forma miocénica, consideraron que ALMERA y BOFILL mantuvieron siempre que se trataba de una variedad del *P. praescabriusculus*. ROGER fué el primero que pasó la variedad a especie en 1939. - L. DE A. F.

#### RADIOGEOLOGIA.

J. P. ROTHE: *Las radioactivité des Vosges hercyniennes*. «Rap CEA», número 707, 1957.

Se da cuenta de los estudios realizados en los Vosgos hercynianos, por la Escuela de Radiogeología de Estrasburgo.

Dice que el mapa radiogeológico permite establecer múltiples correlaciones biológicas y de una manera neta las estructuras fundamentales de los Vosgos. También destaca que este plano plantea a los petrógrafos y a los geofísicos una serie de preguntas: origen de la radioactividad mayor o menor de las diversas unidades petrográficas; variación de la radioactividad con la variación de la facies petrográfica; posible correlación con la edad de cada una de estas unidades.

La última pregunta, la responde con dos opiniones alternantes. En una admite que los valores débiles de la radioactividad caracterizan el zócalo

antes hercyniano que comprendería en este caso los neises, los granitos de grano fino del tipo de Remiremont, los granitos de dos micas de grano grueso y la mayor parte de los granitos del Macizo de Chamy du Deu. En la otra dice que la radioactividad débil pasó por un máximo coincidente con el parosismo de la orogenia hercyniana, decreciendo posteriormente: los macizos y las coladas de fuerte actividad se pusieron en su sitio durante el parosismo. - L. DE A.



## INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

En este Instituto, fundado en el año 1849, existen laboratorios donde se estudian, analizan y ensayan, rocas, menas, minerales, aguas, combustibles, tierras coloidales y productos metalúrgicos e industriales. También se efectúan determinaciones espectroquímicas, químicas y de constantes físicas, estructuras cristalinas y mediciones de radiactividad, así como separación y concentración de menas por sus diversas técnicas, y ensayos industriales de las mismas.

Tanto para investigación como para fines docentes, se preparan colecciones de ejemplares y también se realizan clasificaciones de rocas, minerales y fósiles.

Los estudios y prospecciones geofísicas se efectúan por métodos eléctricos, sísmicos, magnéticos, gravimétricos y radiactivos.

Se ejecutan estudios e informes geológicos así como investigaciones de criaderos y asesoramientos para la explotación de los mismos.

Se redactan proyectos de alumbramientos de aguas subterráneas y se proporcionan toda clase de asesoramientos para la ejecución de los mismos.

Con destino a Entidades y particulares se ejecutan toda clase de trabajos relacionados con las especialidades del Instituto.

LISTA DE PRECIOS DE LAS PUBLICACIONES DEL INSTITUTO

	Ptas.
BOLETINES	
Boletines, cada tomo ... ..	75
Agotados números 1, 10, 11, 12, 15, 21, 22, 23, 38, 39, 43, 44, 45, 48, 50 y 56	
NOTAS Y COMUNICACIONES	
Notas y Comunicaciones, cada número ... ..	40
Agotados números 1, 8, 9, 10, 13 y 19.	
MEMORIAS	
GEOFÍSICA.	
La Interpretación Geológica de las Mediciones Geofísicas, Tomos 1.º, 2.º, 3.º y 4.º, cada uno ... ..	240
Idem, id. Tomo 5.º ... ..	150
CRIADEROS DE HIERRO.	
Hierros de Murcia ... ..	40
Idem de Asturias ... ..	40
Idem de Galicia, Tomos 1.º y 2.º agotados ... ..	40
Idem de Galicia, Tomo 3.º (dos fascículos cada uno) ... ..	40
Idem de Sevilla, Jaén y Córdoba ... ..	75
VARIOS.	
Estudio petrográfico de la Serranía de Ronda ... ..	50
Monografía de las melanopsis ... ..	50
Conchas bivalvas de agua dulce ... ..	50
Memoria del Uranio (agotada) ... ..	50
El petróleo ... ..	50
Cuenca del Alto Tajo, Alcalá de Henares ... ..	50

	Ptas.
La cordillera del Rif (dos volúmenes de texto, uno de láminas) ...	150
Reservas mundiales de piritas (dos volúmenes) ... ..	75
Reservas mundiales de fosfatos (dos volúmenes) ... ..	75
Libro Jubilar (tomos I y II, cada uno) ... ..	75
Las nuevas ediciones del Mapa Geológico de la Península a escala 1:1.000.000 (1952 y 1955) publicadas por el Instituto Geológico y Minero de España ... ..	20
El Cretaceo en España ... ..	75
Resumen de la Historia geológica de la Tierra ... ..	200
GUÍAS GEOLÓGICAS.	
Estrecho de Gibraltar ... ..	40
Los platinos de la serranía de Ronda ... ..	40
Minas de plomo y cobre Linares-Huelva (francés o inglés) ... ..	40
Sierra Morena-Sierra Nevada ... ..	40
Terciario continental de Burgos ... ..	40
Minas de Almadén (francés) ... ..	40
Isla de Mallorca ... ..	40
Sierra de Guadarrama ... ..	40
Aranjuez ... ..	40
Asturias (sólo en francés) ... ..	40
Sierra Morena-Llanura Bética ... ..	40
Despeñaperros ... ..	40
Guía geológica del ferrocarril Madrid-Sevilla ... ..	40
Idem id. Madrid-Irún ... ..	40
BOLETINES DE SONDEOS.	
Tomo 1.º (fasc. 1.º, 2.º y 3.º). Cada fascículo ... ..	30
Tomo 2.º (fasc. 1.º, 2.º y 3.º). Idem ... ..	30
Tomo 3.º (fasc. 1.º) ... ..	30
MAPA GEOLOGICO	
CARTOGRAFÍA.	
Mapa Geológico de España, escala 1:1.500.000 (entelado) ... ..	75
Idem id., a 1:1.000.000 (cuatro hojas) 1955 ... ..	250
Idem id., hojas sueltas, cada hoja ... ..	100
Idem id., escala 1:400.000 (cada hoja) ... ..	20
Idem id., nueva edición (cada hoja) ... ..	30

	Ptas.
Mapa provincial de Barcelona, Cádiz, Huesca y Lérida, escala 1:200.000, cada uno ... ..	75
Hojas del Mapa Geológico de España, escala 1:50.000 ... ..	20
Atlas estratigráfico de la cuenca hullera asturiana ... ..	75
Mapa de Guinea, escala 1:400.000 ... ..	20
Mapa Manantiales Minero-Medicinales de España, a 1:1.500.000...	40
Idem Vulcanológico ... ..	40
Mapa Geológico del Sáhara, a 1:1.500.000 ... ..	75
 MEMORIAS.	
Explicación Mapa Geológico, tomo 1.º, escala 1:1.000.00 ... ..	75
Idem id., explicación tomo 2.º ... ..	75
Explicación del Mapa Geológico de España, por don Lucas Mallada, escala 1:400.000 (agotados los volúmenes 4.º, 5.º y 6.º) ...	50
Memoria provincial de Lérida y Huesca ... ..	75
Memorias del Mapa Geológico de España, escala 1:50.000 ... ..	20
Datos para el estudio de las hojas del Mapa Geológico 1:50.000. Gijón-Oviedo ... ..	30
Catálogo ... ..	15

Estas publicaciones se mandan a provincias, enviando por anticipado su importe por Giro Postal, más gastos de correo.

PARA LAS LIBRERÍAS.—Los pedidos hechos por librerías tendrán un 25 % de descuento, que deberán descontar al hacer el envío de su importe por Giro Postal.

## INDICE

	PÁGS.
Conceptos nuevos, cambian el pensamiento geológico, por el Prof. A. I. LEVORSEN ... ..	3
Rabdomancia, o adivinación de aguas, en los Estados Unidos, por RAY HYMAN y EVON Z. VOGI ... ..	15
El problema de los anancoides, por FREDERIC-MARIE BERGOUNIOUX y FERNAND CROUZEL ... ..	33
Variedades enanas del <i>Trilophodon Pentelicus</i> en el neogeno de España, por FREDERIC-MARIE BERGOUNIOUX y FERNAND CROUZEL.	39
Yacimientos fosilíferos del Mioceno continental en la provincia de Albacete, por JOSÉ DE LA REVILLA e INDALECIO QUINTERO ...	47
Nota preliminar sobre las «Calizas con Alveolinas y Nummulites» de la vertiente Sur de los Pirineos, por M. JEAN-PHILIPPE MAUGIN ... ..	55
† Geología regional del país Circum-Mediterráneo, por H. D. KLEMMÉ ... ..	63
Notes sur certaines formations tertiaires situées entre Almería et la Sierra de Carthagène (Espagne Meridionale), por MICHEL DURAND DELGA et JEAN MAGNÉ ... ..	129
Precisiones sobre la estructura del secundario entre Berga y el Puente de Llinás (Bergadán), por V. MASACHS ALAVEDRA ...	145
El factor geológico en la evolución cultural, por ANTONIO DUE ROJO, S. I. ... ..	165
Bibliografía consultada para la preparación de la Hoja núm. 59 del mapa 1:400.000, 5.ª edición, por A. A. S. y A. G. C. ... ..	189
Noticias ... ..	195
Notas informativas ... ..	221
 Notas bibliográficas:	
Geonucleónica ... ..	229
Paleontología ... ..	230
Radiogeología ... ..	230
Instituto Geológico y Minero de España ... ..	233