

I/16-1-1

NOTAS Y COMUNICACIONES

DEL

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO

DE

E S P A Ñ A

NUMERO 18

MADRID

C. BERMEJO, IMPRESOR

J. GARCIA MORATO, 118.—TELEF. 23-11-99

1948

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.

**CASOS PRACTICOS
DE DIFICULTADES CONSTRUCTIVAS
POR DESIGUAL MECANICA EN LA RE-
SISTENCIA DE LOS ESTRATOS**

POR

PRIMITIVO HERNANDEZ SAMPELAYO

PRIMITIVO HERNANDEZ SAMPELAYO

CASOS PRACTICOS DE DIFICULTADES CONSTRUCTIVAS POR DESIGUAL MECANICA EN LA RESISTENCIA DE LOS ESTRATOS (*)

Eléjimos una representación clásica y repetida en el numulítico mediterráneo. Nos referimos al Flysch eoceno.

Una norma frecuente de ocurrencia y que marca presentación y dificultades medias, es la alternancia en bancos duros: calizas, margas sabulosas, molasas y maciños, en dimensiones de medio a varios metros de potencia, con bancos de arcilla paralelos a los de roca dura y con ellos barajados en alternancias, con potencias semejantes y con toda la variabilidad que pueden producir sus distintas durezas y espesores, pero con la fatal circunstancia de la apilación, tumbada o derecha, de horizontes equivalentes: rígidos y quebradizos con otros blandos, erosionables y dóciles a la deformación por su plasticidad.

Esta sencilla disposición produce suelos que son máquinas de empujes muy variables en cuanto son atacadas por meteorismo, pues los huecos de las arcillas, obedientes al arrastre de los meteoros, dejan en voladizo a las rocas du-

(*) Este trabajo, en inglés, se ha presentado en el «II Congreso de la Mecánica del Suelo», celebrado en Holanda a fines del verano de 1948.

ras, las cuales, al romperse, cuando el peso del paquete excede a la resistencia de la cornisa calcáreo margosa que lo aguantaban, vuelven a restablecer la presentación igual entre las dos rocas en un frente igual sobre el cual se repite el mecanismo, con la agravante obligada del suelo resbaladizo y trozos de lanchas rígidas y suavizadas a punto de moverse en avalancha guiada por la resultante que se forme entre la pendiente topográfica y los buzamientos estratigráficos, confirmando, en cualquier caso, el claro significado onomatópéyico de su nombre suizo deslizante, *flysch*.

La complicación va aumentando, particularmente cuando el *flysch* se apoya en otros terrenos, y el Triásico es un fundamento repetido en la geología mediterránea, que por la disolución de sus yesos (por ejemplo) produce hundimientos, dando lugar a relieves donde la masa de alternancia alcanza la disposición caótica.

Y sin embargo, si en una de las ocurrencias de suelo de esta naturaleza se llegan a conocer bien las disposiciones tectónicas y estratigráficas, y ellas permiten eliminar en trayectos o ubicaciones los puntos de empujes orogénicos o de hundimiento, es decir, de frente sólo al *flysch*, el constructor, procediendo con decisión y más rapidez que las fuerzas de ablación, podría encajonar el terreno, que bien sujeto produce apoyos resistentes e impermeables perfectamente sólidos y a los que nunca se puede llegar cuando falta el sincronismo entre el estudio geológico, el proyecto técnico y la decisión, con todas las magníficas autorizaciones de los centros consultivos y superiores.

De antiguo son conocidas las dificultades constructivas en la Loma, sobre el fértil territorio de la cual, las constantes necesidades de la vida han agrupado, a modo de lugar geométrico de seguridad, los caminos y poblados distribui-

dos en la longitud de su coronación de areniscas, mientras que en sus tendidas laderas arcillosas se comprueban movimientos de árboles, de caminos y escasa estabilidad en las construcciones. Quiere esto decir que el problema de la dificultad queda planteado desde que se visita esta zona.

La Loma, como unidad geográfica, es la altiplanicie alargada que, desde Beas de Segura y con perfil suave y casi constante, corre de Este a Oeste entre los ríos Guadalquivir y Guadalquivir, hasta que se unen en aguda incidencia.

La altura de la Loma sobre el mar varía en término medio de 720 a 850 metros y de 300 a 400 sobre los ríos límites; en la corrida de su parte alta se encuentran las importantes poblaciones de Baeza (760), Ubeda (758), Torreperogil (755), Villacarrillo (794) y Villanueva del Arzobispo (720), mientras que en sus vertientes Norte y Sur arraigan quizás los olivares más ricos de Andalucía.

GEOLOGIA

La geología de la Loma pertenece, de un modo fundamental, al terciario marino en sus tramos inferiores y medios. Fué el geólogo señor Mallada, hacia el año 1884, el que atribuyó sus estratos al mioceno y al plioceno, afirmación que, apoyada por la gran autoridad de aquel geólogo y el escaso interés investigador de los naturalistas que la han pisado después, ha hecho que su sencilla clasificación de mioceno marino horizontal haya prevalecido hasta hoy.

Recorrida con alguna atención, se ve que la geología y disposición tectónica de la Loma son algo más complicadas.

El almacén de la Loma comprende del burdigaliense al helvético, pero estos terrenos del mioceno se apoyan, antes

de la mitad de las faldas, sobre el eoceno (1), y además la meridional, que desciende hasta el Guadalquivir, está partida por unas tiras de terreno triásico, bastante levantadas, que parecen surcar la Loma con sus diferentes asomos y en buena parte de su longitud.

Debemos, pues, para exponer ordenadamente, dar la presentación de los terrenos siguientes: Triásico, eoceno y oligoceno unidos, mioceno inferior y mioceno medio, que llega hasta la coronación.

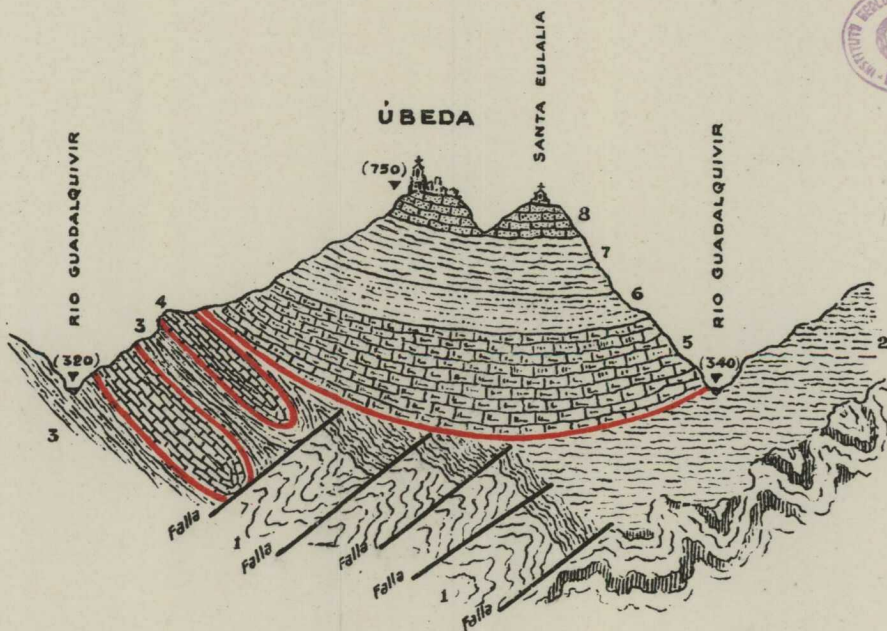
TRIASICO

Este terreno lo hemos encontrado en dos presentaciones diferentes: a la orilla del río, con sus colores y tramos manifiestos o en pequeños isleos yesosos aislados, ya en la ladera del monte; quizás ambos aspectos corresponden a sendas bandas, más o menos interrumpidas, que, como la orientación general de los pliegues secundarios de esta zona, correrán de N. E. a S. O., casi de Levante a Poniente.

El isleo mejor manifestado de la zona que nos interesa lo hemos visto cerca del puente de Mazuecos, en la carretera de la estación de Baeza a Albánchez y corriéndose hacia el cerro de la Mangurrina. El corte, de Sur a Norte, parece ofrecer un anticlinal por el suave tendido y amplia flexión de sus capas. En la parte inferior lleva una caliza bastante milonitizada con arcillas que se enlazan a yesos rojizos de aspecto clásico del Keuper, los cuales a su vez, en las lomas más al Norte (margen derecha) deben quedar cubiertos por dos tramos de calizas; la inferior, algo margosa, oscura y

(1) Esta disposición y la existencia del flysch ya había sido apreciada, hace unos años, por el Ingeniero que suscribe y el geólogo Sr. Gavala, al estudiar el emplazamiento del Tranco de Beas.

CORTE GEOLÓGICO DE LA LOMA DE ÛBEDA



EXPLICACIÓN

- | | | | | | |
|---|--|---------------------|---|--|--------------------------|
| 1 | | PALEOZOICO. | 5 | | FLYSCH EOCENO. |
| 2 | | TRIAS DE LA MESETA. | 6 | | ARCILLAS BURDIGALIENSES. |
| 3 | | TRIAS PLEGADO. | 7 | | ARCILLAS HELVETICAS. |
| 4 | | CALIZAS EOCENAS. | 8 | | MOLASAS. |



CONTACTOS ANORMALES

fétida a la percusión, contiene algunos *fucoïdes* y pequeñas *radiolas* de *equinidos* regulares; la caliza superpuesta es casi blanca, más tableada y parece marina del mismo modo, y en ella no pudimos ver sino impresiones poco marcadas de *lame-libranquios*.

En realidad, ni los *fucoïdes* ni los restos de conchas vistos nos autorizan a una seguridad en la clasificación del tramo, pero si tenemos en cuenta que la misma disposición, con fósiles precisos, es la que se deduce, por ejemplo, en La Puerta, con ausencia de las areniscas inferiores, suponemos motivos suficientes para admitir con precisión el Keuper en sus tramos altos: carnico y norico, presentación análoga a la del Levante de España en la facies alpina de este terreno.

El segundo aspecto, que atribuimos también al Keuper, se encuentra en pequeñas y aisladas manchas yesosas, las cuales, guardando una alineación algo confusa, se extienden desde las laderas de la Sierrezuela en el Puente de la Reina y se arrumban hacia el cortijo de las Monjas, Salinas y Marimings; en dirección Levante y sin que podamos precisar los isleos, nos ha parecido que estas formaciones cruzan el río, por el Cerro del Gato y más bien en la margen izquierda, sin que falte alguno en la derecha. Siempre en las proximidades del río ofrece este terreno alguna salida hasta el Hoyazo y la parte Sur de La Fuensanta, salidas que se enlazan pronto con el triásico de Beas.

La composición de estas manchitas es casi siempre la misma; en la parte baja margas negras tableadas con yesos también oscuros intercalados, y superpuestas a ellas unas margas blancas, muy estratificadas y homogéneas de composición, en las que, no obstante su parecido con las que en estos terrenos son fosilíferas, no he podido encontrar resto alguno orgánico. Supongo que pertenecen a los mismos tramos;

apuntaremos como dato empírico de la edad supuesta (keuper), que entre las litoclasas de sus calizas es frecuente encontrar venas de mineral de hierro producidas por metasomatismo; el fenómeno toma particular importancia en el isleo del puente de la Mangurrina, recordando criaderos de hierro de presentación análoga en gran parte de Andalucía.

Por fin, hemos de señalar dos hechos que nos servirán más adelante para nuestros razonamientos. Uno de ellos es la disposición levantada y a veces vertical de las margas yesosas, en demostración de haber sufrido fuerzas tectónicas; y el segundo es la facilidad con que se alteran estos terrenos por hidratación y desagregación, quedando difuminados en el terreno vegetal como huecos (1) y dando la impresión de que sacando la tierra fofa y el yeso alterado en las margas negras, quedaría el terreno limpio y completamente sano, impresión que desaparecería en cuanto recomenzase la acción del meteorismo.

EOCENO Y OLIGOCENO

Algo confusa es esta expresión de conjunto y no muy clara la presentación litológica de estos terrenos en la Loma; si los unimos, es naturalmente por razones paleontológicas, que son las decisivas en estratigrafía.

La explicación es la siguiente: en la base del terreno mioceno, que es el más alto de la Loma, compuesto de molasas y arcillas, se colocan nuevas molasas y maciños con faunela clara del Flysch eoceno, de la cual tenemos ejemplares decisivos, como es la *scolithia prisca*, de las capas del cortijo de Trévinan. La facies determinada por este fósil es

(1) Huecos los llaman en el país.

análoga a la del mismo terreno en Almería, por ejemplo, pero en el pueblo de Torreperogil, a la salida hacia Huéscar, he encontrado hace tiempo una disposición de capitas muy delgadas con pequeños *numulites* sueltos o en calizas estrechas, como es típico en el llamado Flysch blanco andaluz. Pero además de estos fósiles en estratos dominantes arenosos, hay otros encontrados en arcillas intercaladas con ellos horizontalmente y ocupando a veces grandes espesores, atribuidos en general al mioceno; nos referimos a *foraminíferos*, entre los que figura la *operculina ammonea*. Este fósil, incluido en el numulítico por el catálogo de Mallada, figura como en la base del oligoceno en la clasificación de foraminíferos de Douvillé. Todas estas capas horizontales parecen, pues, pertenecer al contacto de los dos terrenos, o de un modo más concreto, al Flysch. Ahora bien, si descendemos por la ladera del Guadalquivir, desde el espinazo de la Loma, encontramos en varios sitios, unas veces mucho antes de llegar al río (Fuensanta) y otras a su orilla (Pelao, Puente la Reina), unas molasas y maciños discordantes y en general muy levantadas, de tipo francamente eoceno, en los que se encuentran abundantes foraminíferos y algas calcáreas del tipo *lithothamnium*; los fósiles de esta roca calcárea son: orbitoides, *lepidociclinas*?, *operculinas*, *heterosteginas* y otras especies no determinadas, y entre ellas quizá algún pequeño *numulites* y restos de *briozoarios*, cuadro paleontológico que encaja bien en la determinación de la base del terciario. En realidad, el conjunto más corresponde al numulítico, pero la posibilidad de las *lepidociclinas* nos obliga a citar el oligoceno, aun cuando en síntesis y para facilidad de expresión, nos refiramos siempre al eoceno.

En resumen, y saliéndonos fuera de los fatigosos argumentos a que nos obligan los restos orgánicos, nos encon-

amos con dos disposiciones estratigráficas: la de las areniscas y arcillas de la mitad de la Loma próximamente, que representan al Flysch, y las molasas discordantes con ellas inmediatas al río con su buzamiento hacia el Norte; es decir, que aun suponiendo el conjunto eoceno, tenemos que imitar dos representaciones: numulítico, ya levantado anteriormente, y otro horizontal concordante con el mioceno, y enorme con estos dos aspectos y funciones, empleamos dos distintas expresiones gráficas en el plano.

M I O C E N O

Es uno de los terrenos dominantes de la Loma, pero ha quedado en denominación exclusiva desde el año 84 del siglo pasado. Se dispone en dos tramos horizontales: uno, el superior, es de molasas bastante consistentes y arenosas que forman el fundamento de todas las ciudades y la defensa de la altiplanicie de la Loma en su longitud total y tendrá un espesor de unos 100 metros; debajo de este tramo, concordante y horizontal con él, se coloca el gran tramo de arcillas, que tendrá una potencia de cerca de 300 metros, aumentando desde su mitad o en estratos más elevados comienzan las alternancias con areniscas y delgadas calizas en facies parecida a la de Flysch, y en cuyos bancos se encuentran fósiles eocenos, es decir, que en la parte inferior hay un tránsito sensible entre los dos terrenos.

La topografía de ambos tramos miocenos es bien distinta y diferenciada en relación con su composición; las molasas superiores forman a modo de repisa escarpada sobre la que se asientan las principales poblaciones, y aunque el buzamiento suave es algo hacia el Oeste, casi se mantienen los bancos más duros y consistentes horizontales, pudiendo de-

cirse como regla empírica que las molasas empiezan en la cota 750. En cambio, las arcillas toman el perfil suave y alargadísimo, sobre las que se cultivan los mejores olivares.

Fósiles característicos del mioceno se han encontrado en diferentes pueblos de la Loma: en Mármol, *ostreas* y *briozoarios*; entre Villanueva del Arzobispo y Beas, el *Cripleaster altus*, un coral del tipo *Dentrophyllia*, encontrado hacia el Arquillo por el ingeniero señor Anguis, etc., que demuestran el tipo helvético de las molasas superiores, supuesto que, aún sin especificar, se extendió a toda la Loma.

En las arcillas no señala fauna el señor Mallada, y aunque nombra los *fucoïdes* en las arenicas de la base y *foraminíferos* en las calizas de La Fuensanta, no llega a diferenciar las edades y todo lo envuelve en la misma definición, sin ahondar ni puntualizar las diferencias. Sin embargo, si se tiene en cuenta que de calizas delgadas con restos de *cidaris* y *pecten* francamente helvéticos (túnel de Treviña), se va pasando al gran espesor de arcillas de un modo insensible, y de ese modo a las que contienen *operculinas* y *pistas* del Flysch, no hay más remedio que admitir que el tramo arcilloso próximo a las alternancias tiene que corresponder a la base del Mioceno, y más puntualmente, y si no fuese por las *pistas*, supondríamos que la tirada de calizas inferiores, que tiene su representación en La Fuensanta, podría pertenecer al Burdigaliense, con los depósitos del cual tiene gran parecido.

T E C T O N I C A

Aunque sólo sea rápidamente, es interesante examinar si en la Loma ha intervenido algún movimiento tectónico de gran empuje (charriage), que haga temer que los lentos movimientos de sus largas faldas arcillosas obedezcan a un que-

brantamiento general, el cual vaya manifestando al correrse lentamente hacia el río sus bloques o detritus aglomerados en reversión lenta del esfuerzo aguantado; en una palabra, es preciso ver si en su formación hay gérmenes que actúen en su destrucción con otras fuerzas que sean las erosivas.

Ya hemos visto la distinta presentación con que aparecen los tres terrenos: el Mioceno y el Flysch concordantes y horizontales; hacia la mitad o algo más las capas calizas de foraminíferos, y casi en el borde del río o por lo menos en la parte inferior, los asomos triásicos alineados en el rumbo general casi E. O., algo N. E., y por fin, tocando el cauce y pasando a la margen derecha vuelven las calizas eocenas.

Ahora bien, como el contacto del Eoceno y el Keuper es anormal, podemos precisar que como testigos de movimientos tectónicos tenemos: elemento horizontal estable; plegamientos inferiores del Eoceno hacia el N. E. y contacto anormal con el Triás arcilloso.

Para los efectos de la tectónica, el terreno numulítico, con sus calizas compactas y su concordancia con los terrenos inferiores, se puede considerar como secundario, y según esto debió plegarse con el Triás, y en este supuesto lógico pudo perfectamente correrse, antes o en el momento del pliegue, sobre el Triás superior, el cual, como compuesto de arcillas y yesos, tuvo que facilitar el deslizamiento hasta quedar grabado el contacto anormal; estos deslizamientos sobre el Keuper debieron producirse de un modo bastante general y en gran escala, pues desde el jurásico hasta el mioceno hay en la zona montañosa de Jaén a Cazorla isleos que destacan su anormalidad de contacto con el Triás, y en casi todos los casos van acompañados de milonitas, no obstante su deslizamiento sobre materiales tan blandos como arcillas. Si por otra parte examinamos el terreno Triásico que por el río Gua-

limar corre hacia Beas y La Puerta, nos encontramos que está apenas movido, casi horizontal, en un gran contraste con la presentación plegada y arrastradas del Sur de la Loma, es decir, que los depósitos horizontales de la Loma ocultan el tránsito entre el Triás tranquilo de la meseta con la gran factura de la Campiña meridional, demostrando que por bajo de los depósitos de Ubeda corre la prolongación oriental de la gran falla del Guadalquivir.

Rehuyendo disquisiciones de si ese gran movimiento fué en un solo tiempo o en varios, y cuáles fueron sus cronologías, podemos afirmar que fué anterior a la formación de la Loma, puesto que ésta, o sean las capas que la integran, en espesor de 400 metros vinieron a rellenar, con precipitación lenta unas veces (arcillas) y agitadas otras (moladas), la gran hoyo producida desde la Meseta a Cazorla por la excavación sobre los yesos y arcillas del Triás, recién movidos en unión de las demás tiradas de terrenos secundarios y el numulítico, el cual ya debía ofrecer borde resistente paralelamente al Guadalquivir.

Por fin, queda un movimiento en masa, la emergencia total de la Loma, sin descomponerse gran cosa sus tramos, que quedan buzando ligeramente a Poniente. Este movimiento epigénico debió ocurrir en los últimos tiempos miocenos, pues, contra la afirmación del señor Mallada, no hemos comprobado los depósitos pliocenos en su alto.

Quizás en esta salida en masa pudo haber algún pequeño corrimiento en los bordes, y a ello podrían responder las milonitas que a veces se encuentran en contacto de las capas calizas eocenas, como en La Fuensanta; pero sin duda son movimientos pequeños y locales, pues no hay desarreglo en la estratificación de los estratos modernos y únicamente ha-

brá contribuido a la facilidad de algún crucero en la fractura de las arcillas.

En resumen, no hay fuerza tectónica de arrastre que haga suponer corrimientos actuales en las laderas.

Damos al final un corte esquemático de la Loma.

EROSION Y MORFOLOGIA

Desechados los movimientos violentos en la formación de esta prolongada y suave sierra, vamos a examinar la deformación que con el tiempo producen las fuerzas meteóricas y de erosión sobre sus distintos elementos.

El escalón superior de molasas, fundamento en toda la cresta de caminos y ciudades, es el que suministra los grandes bloques que, en tamaño decreciente al alejarse, desde el escarpe de Ubeda y Baeza principalmente, se encuentran caídos por las faldas arcillosas que vierten al Guadalquivir. Las molasas resisten bastante bien a la erosión, pero como descansan horizontalmente, con intercalaciones más arcillosas, y en conjunto forman como la tapa de una suave cubeta que se forma en la altiplanicie con las margas y arcillas impermeables del tramo inferior, resulta que por entre los lisos de las areniscas y molasas, y más cuanto más inferiores, acuden los veneros de agua que contribuyen a ir socavando las arcillas inferiores, con lo cual, hipotéticamente, quedarían las molasas en voladizo hasta fracturarse por su paso; en realidad no ocurre así, porque en cuanto falta algo de marga o roca blanda interpuesta entre los lisos de arenisca, se quiebran éstos y no se verifica su desprendimiento y caída sino lentamente y cuando están bien aislados y puede vencer la fuerza de la gravedad. Este mecanismo, repetido en tiempo indefinido, ha

producido bloques de todos tamaños en el cantil de la Loma, los cuales, a modo de detritus de montaña, se han ido quedando en las laderas, más pequeños cuanto más lejanos del escalón arenisco, retrocediendo hacia el centro de la altiplanicie y de donde llegará a faltar por esta constante corrosión, como ya ocurre entre los kilómetros 180 y 190 de la carretera alta. De cualquier modo, esta ablación de las molasas es muy lenta y pueden interesar principalmente porque son rocas que por ausencia o presencia pueden afectar a las construcciones de la loma.

La gran masa de arcillas y margas burdigalienses y eocenas es la que, prescindiendo de los lisos de maciños y calizas intercaladas, imprime el carácter a las suaves y alargadísimas cuestas que, cubiertas de ricos olivares, se extienden hasta el río, marcando en ese sentido su deformación muy lenta y de talud casi nulo, cuando está cortada o suelta.

Sin embargo, la pastosidad de las arcillas, más que a la falta de coherencia de sus finísimos granos, obedece al efecto de las lluvias. El agua meteórica retenida por las molasas al contacto con las arcillas va penetrando paulatinamente en las fisuras que, al researse, quedan en las arcillas y margas, quizás iniciadas por algún crucero que en estos materiales haya podido quedar grabado en los suaves movimientos de emergencia.

Sea como fuere, las arcillas húmedas y con bastantes fisuras llenas de agua, están propicias a la deformación por marcha lenta hacia la ladera, y esta especie de fuidéz se cumple de un modo inmediato en cuanto se corta la superficie de las arcillas con un hueco, al volumen del cual se proporciona el movimiento del talud, y particularmente el empuje, que llega a ser tan enorme, que hace que los remedios ingenieriles entren en orden de especulaciones, hasta conocer cómo

dominar el mal, y salgan de tal modo del cuadro económico, que en buen proyecto resultan prohibitivas las obras.

No insistimos sobre este punto, pues por desgracia la construcción del ferrocarril de la Loma demostró en poco tiempo cómo no se puede proyectar en este terreno con los datos y precisiones que para otros se tienen como normales.

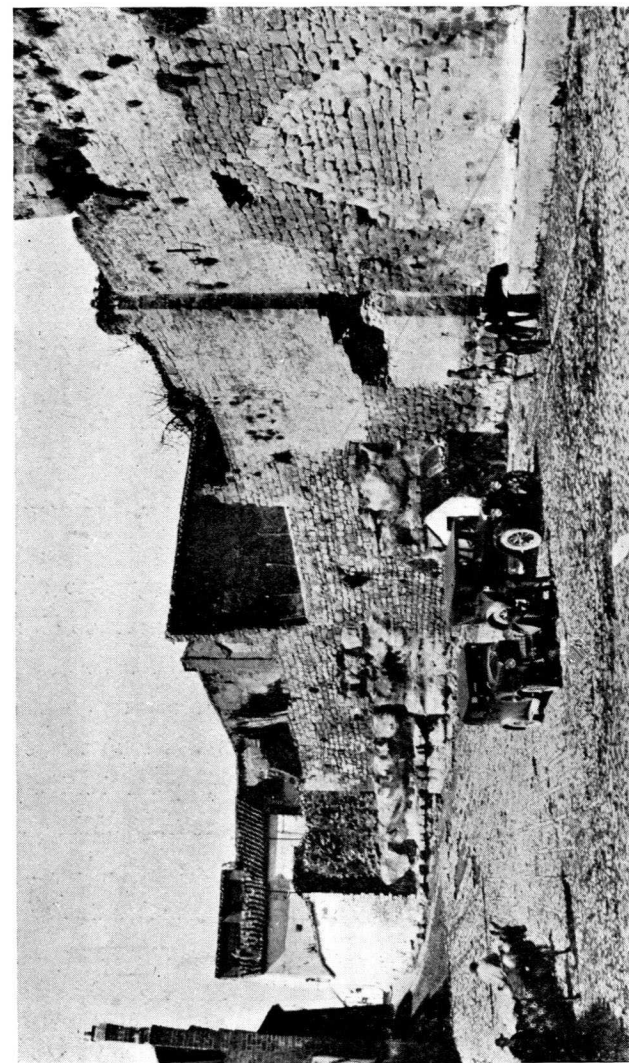
En el macizo de arcillas, que es casi como decir los dos tercios superiores de la Loma, debe construirse con la mira constante de cortar y cargar la superficie lo menos posible, pues de otro modo instantáneamente comienzan la marcha y empuje de los falsos lienzos de arcilla que se van abriendo paralelamente y sobre todo si las rocas contienen agua.

Quiere esto decir que antes de construir en estas movezizas superficies habría que tantear, de un modo práctico y en gran escala, hasta qué altura de trinchera y qué peso por metro cuadrado se podría suponer.

Nos queda finalmente que indicar las alteraciones que por meteorismo sufren los terrenos de la banda triásica, dominantes en el tercio inferior y proximidades del río.

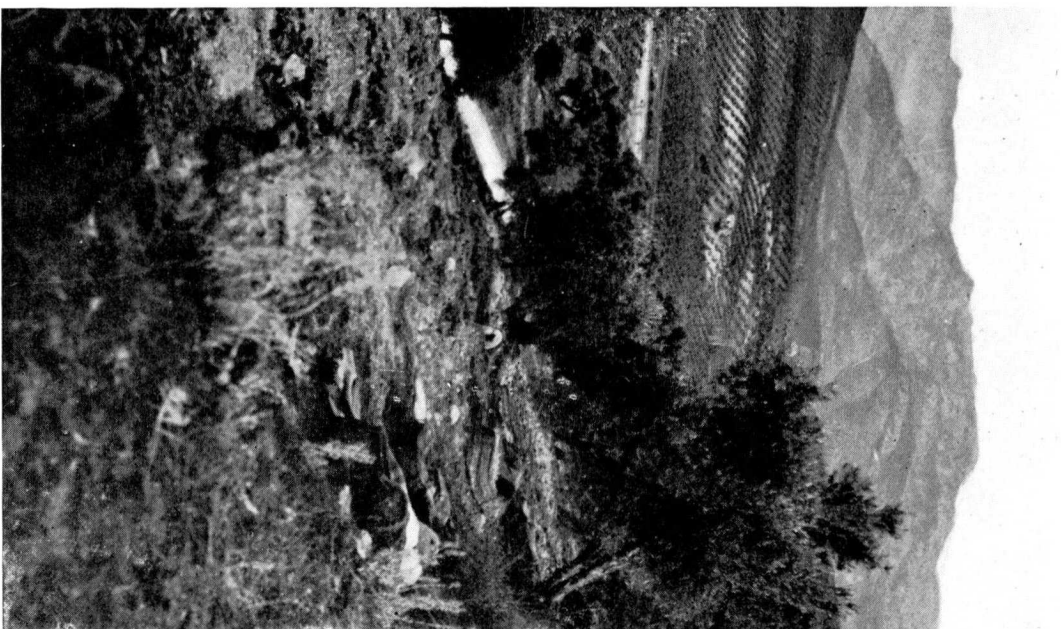
El haz más frecuente se forma por margas negras y blancas enlazadas con el yeso en bandas que se inflan y agrietan por hidratación, terminando por desagregar las margas hasta delgadas partículas y da lugar a terrenos que se hunden que resultan fatales para obras de fábrica por la mala unión del yeso con los demás materiales del fraguado.

Debe advertirse también, aunque no sea nuestro punto de vista, que los terrenos más ricos y los que mejor se prestan para el riego son los de la mitad superior de las laderas, y los peores, los yesosos inferiores. Otro ejemplo puede ser el de Yesa.



1.a Loma de Ubeda. — Manantiales entre los estratos pliocenos.





La Loma de Ubeda.—Corrimiento, hacia el río, de maciños,
calizas y arcillas.



Yesa.—En la ubicación de esa importante presa, después de tres o cuatro informes, se va a proceder al encaje de la rafa y muro. El gasto en canales y túneles quizá exceda de los 50 ó 60 millones de pesetas, sin que se hayan construido las obras de cierre.

El terreno geológico es semejante al de la Loma de Ubeda, domina el tramo Luteciense y los bancos en la disposición del flysch son menos potentes, de medio a dos metros, y más equiparables, ambas clases, en sus potencias.

La rapidez que aconsejamos en la inteligente decisión para la preparación y sujeción del terreno en estas obras, evitaría gastos considerables y agotamientos de destajos y contratas, en los que se ha procedido con absoluta buena fe.

**ESTRATIGRAFIA Y TECTONICA
DE LA SIERRA DE ESPARTEROS
(Morón de la Frontera, Sevilla)**

POR

EDUARDO ALASTRUÉ e ILDEFONSO PRIETO

EDUARDO ALASTRUÉ e ILDEFONSO PRIETO

ESTRATIGRAFIA Y TECTONICA DE LA SIERRA DE ESPARTEROS (Morón de la Frontera, Sevilla)

DESCRIPCION GEOGRAFICA

La Sierra de Esparteros, conocida también con el nombre de Sierra de Morón, está situada el Suroeste de la población de Morón de la Frontera y a unos 6 kilómetros de la misma. Tiene extensión aproximada de 4 kilómetros de longitud por un kilómetro de anchura y, en forma bien definida, la línea de sus cumbres se orienta de Este 20° - Norte a Oeste 20° - Sur.

Las crestas de la misma forman una línea sinuosa con tendencia a aumentar en altitud hacia el Nordeste, con un suave seno central, y varían entre 420 metros y 587 metros. Esta última cumbre se halla en la parte Nordeste y en ella está emplazado el vértice de triangulación denominado «Esparteros».

La silueta de este accidente orográfico, cuando se la contempla desde un punto lejano del Noroeste, tiene forma trapezoidal aproximada y destaca el conjunto aislado, como en una llanura aparente, sin ninguna estribación lateral que señale la continuidad de la misma, ni siquiera con menores al-

turas que pudieran justificar efectos de erosión o de ablación en los distintos periodos geológicos.

Cuando nos acercamos a unos kilómetros de esta Sierra, puede apreciarse que la aparente llanura está formada por un paisaje de colinas y lomas cubiertas, en gran parte, por frondosos olivares, y al subir a sus cumbres queda comprobado además su aislamiento, presentándose como la Sierra más avanzada que mira hacia el extenso y rico valle del Guadalquivir.

Respecto a su relieve, si observamos la Sierra de Esparteros desde un punto, en su propia dirección, que domine su extremidad Sudoeste, aparece con tendencia de acunamiento en forma cónica (véase foto núm. 2), y adelantando que su constitución es completamente caliza, pudiera creerse que los efectos de erosión, relacionados con su propia estructura, serían de igual intensidad en una y otra ladera, en toda su extensión longitudinal. Pero al recorrer las mismas, se aprecia gran diferencia; en la ladera Sudeste, si bien abrupta y escabrosa, con abundantes peñones de caliza, derrubios y tierras rojas, no presenta los accidentes de la ladera Noroeste, donde en su parte central pueden apreciarse grandes tajos escalonados, de planos casi verticales, que a veces se unen longitudinalmente. La dirección media del más bajo de estos tajos, que se inicia al Sudeste del caserío denominado «Cuadras», es aproximadamente paralela a la dirección de las cumbres de la Sierra.

Los citados accidentes son de tal magnitud y disposición que no cabe suponerlos debidos solamente a la acción de los agentes de erosión; están condicionados, en realidad, por la estructura de la unidad, que más adelante analizamos con algún detalle.

A partir del tajo más bajo, el terreno desciende menos

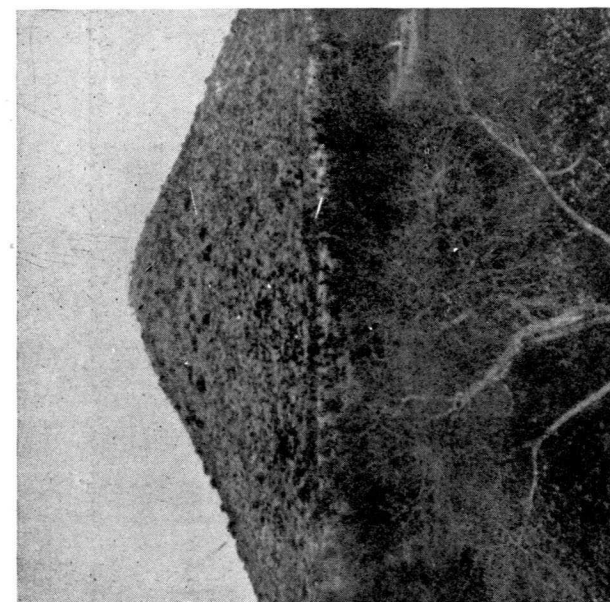


Fig. 2. — Terminación occidental de la Sierra de Esparteros.

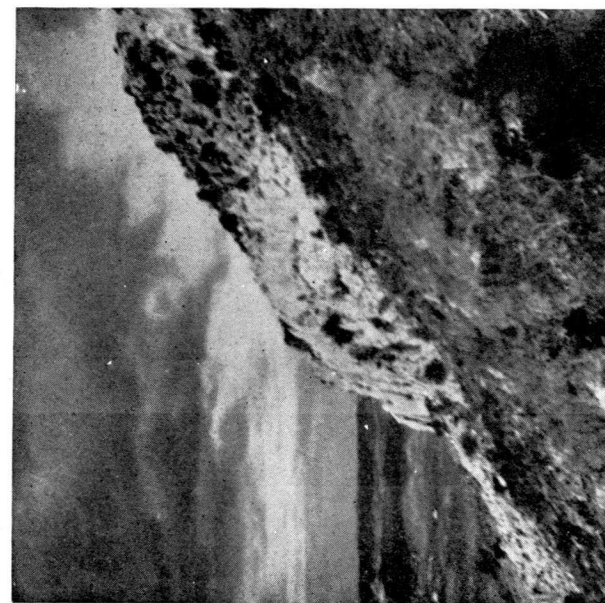
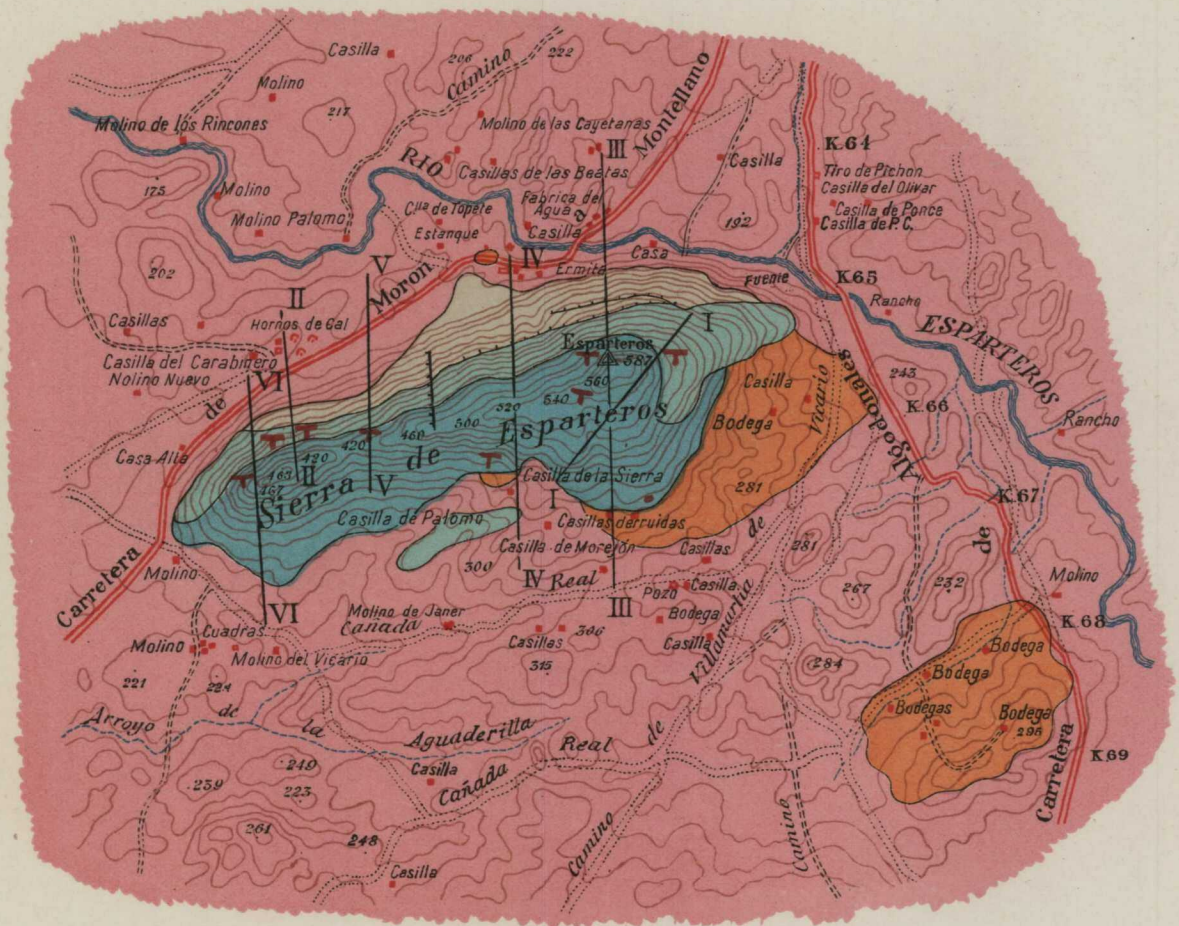


Fig. 1. — Falla superior longitudinal de la Sierra de Esparteros.

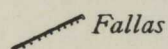


MAPA GEOLÓGICO
DE LA
SIERRA DE ESPARTEROS
Escala 1:50.000

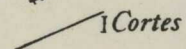


EXPLICACIÓN

- Travertino cuaternario*
- Margas y calizas eocenas*
- Calizas jurásicas*
- Calizas liásicas*
- Margas abigarradas triásicas*



Fallas



Cortes

riscoso y accidentado, formado en esta parte de la ladera por conglomerados constituidos por cantos angulosos de calizas con cemento rojizo, que se cortan a veces en forma de terrazas; al pie de las mismas el terreno sigue en suave declive hasta la parte llana de la base, por donde pasa la carretera a Montellano.

La ladera opuesta de la Sierra es muy escabrosa y accidentada, y presenta abundantes peñascales de cantos angulosos que hacen difícil su acceso, pero carece de los tajos que tanto la caracterizan en la ladera ya reseñada.

La Sierra está cubierta en gran parte de su superficie por frondosa vegetación herbácea, monte alto y monte bajo, que demuestra la fertilidad de la tierra rojiza, producto de la alteración completa de las calizas, y es digno de mención el que, además de los árboles y arbustos silvestres de la región, existen, en buenas condiciones de desarrollo, muchos algarrobos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS ANTERIORES

A pesar del interés geológico de la unidad que estudiamos y de su posición sobresaliente como testigo el más avanzado de las Sierras jurásicas subbéticas en la zona de Sevilla, el conjunto de Esparteros no ha sido estudiado hasta ahora. Calderón, que dió muestras en varias notas (2), (3), (4), (5), (6), (7), (8), (9) de su interés por la comarca de Morón, no abordó en ninguna de ellas el estudio detallado de su Sierra. Como se indica en el apartado dedicado a estratigrafía, se limita a citar fósiles recogidos en el Sur de la Sierra (5) y a dar una explicación sumaria del corte desde Morón a Coripe. Solamente Cala (1), en una Memoria consagrada al reconocimiento geológico del término de Morón, inserta una muy breve descripción de la estructura de la uni-

dad de Esparteros, según un corte general de la zona desde la Sierra de Pozo Amargo hasta el Mioceno al Norte de Morón, que acompaña a su trabajo. Oportunamente rectificamos en nuestra exposición, mucho más detallada, de la tectónica local, algunos de sus puntos de vista. Posteriormente a la Memoria de Cala, ningún trabajo ha sido publicado que verse directamente sobre la entidad de Esparteros, ni siquiera que haga referencia a su contorno.

ESTRATIGRAFIA

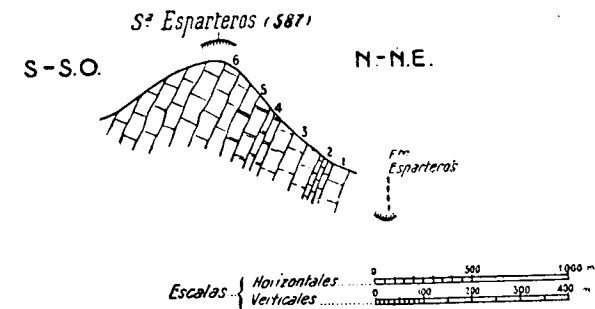
Triásico.—Presenta este terreno las conocidas características de los afloramientos margosos del Keuper, tan frecuentes en la zona subbética; margas irisadas, verdes, rojas y amarillas, yesosas y salinas, de estructura caótica y frecuentemente atravesadas por asomos ofíticos o doleríticos. En la zona que circunda a la Sierra de Morón alcanzan enorme extensión hasta constituir buena parte de la Hoja de dicha localidad. Con el tramo de las margas abigarradas alternan, rara vez, asomos pequeños de dolomías amarillentas o de calizas magnesianas negras. Como única excepción de importancia cabe citar el notable asomo de calizas tableadas, negras y amarillentas, dolomíticas, pertenecientes al Muschelkalk superior, situado junto al kilómetro 66 de la carretera de Morón a Coripe.

Entre los asomos eruptivos, frecuentes, según hemos indicado, merece destacarse el situado al Sur de Morón, junto a la Fuente de la Plata, en la misma entrada del pueblo.

Liásico.—Hace su aparición este terreno en una extensa faja al Norte y Noroeste de nuestra unidad. En el espigón calizo que avanza hasta la Fuente de Esparteros, y por el que

termina hacia el Nordeste la Sierra, se presenta bajo una facies de calizas grises margosas, de aspecto toarciense, provistas de Belemnites. Constituye la base de una potente serie que persiste hasta cerca de la cumbre de la Sierra y que mide un espesor no inferior a 200 metros. Sólo en alturas

CORTE NÚM. I.—*Sucesión estratigráfica al S. O. de la Fuente de Esparteros.*



1. Calizas grises margosas, con sílex, en bancos gruesos.
2. Calizas muy margosas, en capas delgadas.
3. Calizas compactas blancas en masas macizas o en bancos gruesos.
4. Calizas grises margosas bien estratificadas.
5. Calizas grises dolomíticas.
6. Calizas blancas jurásicas.

superiores a los 500 metros parece datarse con seguridad la caliza jurásica que forma el resto de la entidad.

Dicho tramo basal consiste esencialmente en calizas grises margosas, dispuestas en bancos gruesos que buzan muy pronunciadamente (unos 80°) al Sur. Abundan en ellas los nódulos y lajas de sílex y presentan raros restos indeterminables de ammonites y belemnites. Sobre esta formación reposan delgados lechos de calizas más margosas y plásticas y más alteradas, por tanto, en su marcha tectónica, que

a su vez ceden paso a un nivel de poco espesor de calizas grises margosas duras en bancos bien estratificados.

Por encima, hasta completar la serie (corte núm. I), se suceden niveles de rocas de un color gris más oscuro, dolomíticas, ya macizas, ya en estratificación clara, y a trechos brechoides y milonitizadas. Cerca ya del contacto con el jurásico suprayacente, este material dolomítico aparece recubierto esporádicamente de someras costras de conglomerados cuaternarios, a los que más tarde haremos referencia con alguna extensión.

Si se sigue esta faja liásica hacia el Oeste se la encuentra constantemente en el flanco Norte de la Sierra, formando la base del jurásico de las cumbres. Sin embargo, desaparecen algunos de los niveles que hemos registrado en el corte de la fuente de Esparteros. Así, por ejemplo, en las canteras situadas al Sur de los Hornos de Cal, junto a la carretera Morón-Montellano, cerca ya del extremo Oeste de la unidad, ha cesado el horizonte inferior de las calizas margosas con sílex y belemnites y señalamos solamente como formación de la base las calizas blancas duras y compactas, con vetas de calcita, dispuestas esta vez en bancos gruesos regularmente alineados de Este a Oeste y que buzan al Sur 60°-70° (ver corte número II). Estas calizas pasan a ser con frecuencia oolíticas y adquieren localmente tonalidades amarillentas o rosadas. Abundan en moldes de pectínidos, de gasterópodos, de braquiópodos, y en restos indeterminables de coralaris. De entre los escasos y deficientes fósiles que allí recogimos se han podido identificar, gracias a la amable colaboración del doctor Bataller, los siguientes:

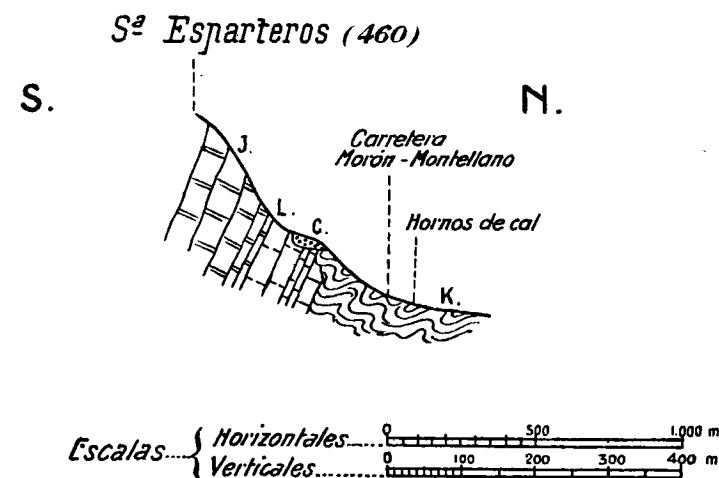
Rhynchonella Curviceps, Quenst.

Rhynchonella, sp.

Terebratula fimbrioides, E. Deslongch.

Terebratula, sp.

CORTE NÚM. II.—Contacto del Lías al S. de los Hornos de Cal (carretera de Montellano).



K. Murgas irisadas triásicas.

L. Calizas blancas fosilíferas y calizas grises margosas liásicas.

J. Calizas blancas y grises dolomíticas del jurásico superior.

C. Travertino cuaternario.

Esta fauna denota la presencia de la parte inferior del Lías medio. Con este dato se confirma, por tanto, la determinación hecha por Calderón (3) (5) en Esparteros, de un Lías alpino de facies mediterránea, facies ciertamente poco frecuente en el liásico de la Andalucía Occidental. Calderón había encontrado en el Mediodía de la Sierra de Esparteros una muy interesante fauna, que ya fué citada y comentada por Mallada (10), compuesta por:

Zeilleria Partschi, Oppel.

Z. Hierlatzica, Oppel.

Rhynchonella Regia, Roth.
Spiriferina cf. Haueri, Suess.

Indudablemente el citado geólogo localizó estos fósiles en un breve espigón calizo que surge al Sur de la Sierra de Esparteros (donde están situados el Cortijo de las Sarmientas y la Casilla de Palomo), que, efectivamente, es liásico; en él se presentan también, junto con las calizas blancas, bastante milonitizadas, las calizas grises margosas, con nódulos de pedernal, que forman el tramo infrayacente.

En las canteras próximas a los Hornos de Cal, donde encontramos los braquiópodos ya mencionados, se situaban claramente por encima de las calizas blancas compactas y oolíticas, bancos regularmente estratificados de caliza gris margosa dura que acaso denuncian un nivel del Lías superior. Este tramo se continúa, con raras interrupciones, en toda la vertiente Norte de la Sierra, superpuesto al Lías con braquiópodos, y se corresponde con el nivel núm. 4 de nuestro corte núm. I.

La faja liásica continúa hasta la extremidad occidental de la Sierra. Se acusa, sin embargo, disminución notable de espesor en ella, si se le compara con el que tiene más al Nordeste. Así, en la terminación Oeste de la Sierra, el nivel de las calizas blancas compactas es muy somero y en seguida se ve sustituido por el de las calizas grises dolomíticas suprayacentes. Dicha disminución de espesor visible ya se señala también claramente en la transversal de las canteras al Sur de los Hornos de Cal. Todo esto hace pensar en un hundimiento del material de la Sierra hacia el Suroeste, que iría ocultando paulatinamente los niveles inferiores de la formación liásica.

Jurásico.—Constituye este terreno la formación superior del accidente que estudiamos y cubre toda su vertiente Sur y su terminación al Suroeste.

Adopta la facies de calizas blancas o grisáceas, más o menos dolomíticas, duras, de fractura concoidea, con tonalidad superficial siempre gris y macizas, aunque en ocasiones dejan ver su estratificación. Parece, pues, situarse este nivel dentro del de las calizas blancas macizas, común en otros asomos jurásicos de la región (por ejemplo, en los peñones o «Klipes» cercanos de la comarca de Pruna y Olvera).

No nos ha sido dado encontrar fósiles en este terreno. La Universidad de Sevilla guarda un *Ammonites*, todavía no clasificado, de la parte alta de la Sierra, que, en todo caso, encuadra a ésta dentro de uno de los pisos del Malm. Lo que no es fácil de precisar es el contacto entre el Lías y el Jurásico, pues hay un tránsito gradual de uno a otro a través de la serie dolomítica que, según hemos dicho, corona el Lías.

La estratificación del jurásico es siempre concordante con la del Lías; se manifiesta en varios puntos de la cornisa rocosa que mira al Norte de la unidad mediante bancos de 40 a 50 centímetros de espesor que buzan casi verticales al Sur.

Como hemos dicho, el jurásico recubre toda la vertiente Sur de la Sierra. Cala (1), que supone está constituida por el Lías, se ve obligado por este hecho a una extraña interpretación de la tectónica de nuestra unidad a base de un jurásico discordante con el Lías e inserto de modo anormal en su conjunto. Nuestra interpretación, mucho más sencilla, figurada en los cortes III y IV, postula para el jurásico extensión mucho mayor que la apuntada por Cala.

Tanto el Lías como el Jurásico desaparecen, al Norte, bajo un depósito de conglomerados cuaternarios, en los que se engastan conchas de moluscos de agua dulce, y que se

e-calonan en varias terrazas. A veces, sin embargo, se muestran recubiertos, en breves retazos, por una brecha de distinto carácter, con grandes elementos de caliza blanca liásica y jurásica y cemento rojizo, que tiene la significación de una brecha de pendiente.

Eoceno.—El Eoceno forma una mancha importante al Este de nuestra unidad. Se trata de un retazo de margas muy arcillosas blanco-amarillentas, en el que, de vez en cuando, se señalan asomos muy breves de la arenisca amarillenta que forma una de las facies más características del Eoceno regional. Con menos frecuencia, se muestra algún asomo de caliza muy dura, brechoide, con nummulites y alveolinas, típica también del Eoceno de este sector.

El Eoceno constituye muchos islotes diseminados por el extenso triás de Morón. Casi siempre se presenta bajo la facies de las areniscas amarillentas antes citadas, no pocas veces provistas de nummulites. A esta categoría pertenece, por ejemplo, la manchita que señalamos al Norte de la Sierra y que cruza la carretera de Morón a Montellano. La identificación de todos estos retazos está suficientemente hecha, así como su distinción del triás circundante, para que necesitemos refutar una vez más la vieja confusión de Calderón (4), que incluyó en el Eoceno todos los afloramientos margosos del triás superior.

Cuaternario.—Hemos indicado ya anteriormente la existencia en la ladera Norte de la Sierra, de un extenso depósito de travertinos cuaternarios. Están formados por cantos de diversos tamaños, redondeados y angulosos, de las calizas jurásicas subyacentes: el cemento que los une es rojo, margoso y arenoso, y con cierta frecuencia aprisiona también conchas de moluscos de agua dulce. Entre estos restos hemos determinado:

Cepaea nemoralis, Linné.

Helicido que corrobora la edad Cuaternaria de este material.

La peculiar posición de estas rocas detríticas sobre el jurásico de nuestra unidad conduce a algunas deducciones interesantes. Se observa, por una parte, que llegan casi hasta las cumbres de la Sierra, lo cual atestigua la gran altura alcanzada por las aguas dulces en el Cuaternario. Por otro lado, dichas costras de conglomerados recubren, según se verá más adelante, las dos fallas longitudinales que escinden la Sierra de Este a Oeste, lo cual prueba la edad muy reciente de estas dislocaciones.

Otros retazos cuaternarios existen en la proximidad inmediata de la Sierra, en forma de someros niveles travertínicos, desparramados sobre el triás de la carretera de Montellano, cerca de su cruce con la cañada de Puntal, o en forma de aluviones de ribera en las orillas del río Esparteros, que no quedan señalados en nuestro mapa dada su escasa importancia.

TECTONICA

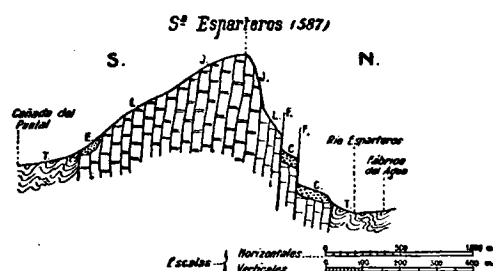
Hecha la somera descripción que antecede del material estratigráfico, analicemos ahora, con el detalle posible, la disposición tectónica de la unidad.

Una serie de cortes de la Sierra de Este a Oeste servirán para aclararlo. Pongamos de relieve, en primer lugar, que la directriz, tanto orográfica como orogénica, del accidente que estudiamos, es la general, de Suroeste a Nordeste, en todos los plegamientos subbéticos. Nuestros cortes trans-

versales de la unidad van, pues, dirigidos, aproximadamente, de Norte a Sur.

La terminación más interesante y complicada de la Sierra es la oriental. Hemos descrito ya, en esta parte, un potente Lías, al que se superpone el Jurásico de la cumbre de Esparteros y recubierto parcialmente por los travertinos con

CORTE NÚM. III.—Corte por el extremo E. de la Sierra de Esparteros.



- T. Margas irisadas triásicas.
- L. Calizas liásicas.
- J. Calizas jurásicas.
- E. Margas eocenas.
- C. Conglomerados cuaternarios.
- F. Fallas.

Helix. Este Lías se va adelgazando, hasta morir en cuña en la Fuente de Esparteros, punto de contacto con el triás septentrional. Hacia el Oeste, desaparece bajo retazos, cada vez más frecuentes y extensos, de conglomerados, y hacia el Sur se esconde bajo el Jurásico, que se alza concordante con él. Las capas de ambos terrenos, buzan muy pronunciadamente, casi verticales, al Sur, y aparecen alineadas casi exclusivamente de Este a Oeste. Este buzamiento ha de mantenerse constante, con sólo muy ligeras variantes de detalle, a todo lo largo de la unidad.

Tanto el Lías como el Cuaternario y el Jurásico suprayacentes, quedan afectados en este sector oriental por dos importantes accidentes. Dos fallas que recorren longitudinalmente la Sierra en su vertiente Norte parten el conjunto según dos líneas orientadas, aproximadamente, de Este a Oeste (ver corte núm. III). Los planos de resbalamiento son verticales y vienen a coincidir con la estratificación, de suerte que más de dos fracturas se trata de hundimientos de dos potentes paquetes de capas, deslizados según los planos de estratificación.

Estas dos dislocaciones han ocasionado dos extensos escalones o rellanos en la vertiente Norte de la Sierra, sobre los cuales se asientan los travertinos con *Helix*. El Cuaternario superpuesto al Lías ha quedado, por tanto, escindido por estos hundimientos y la edad de la dislocación es, en consecuencia, posterior a él; es decir, muy reciente.

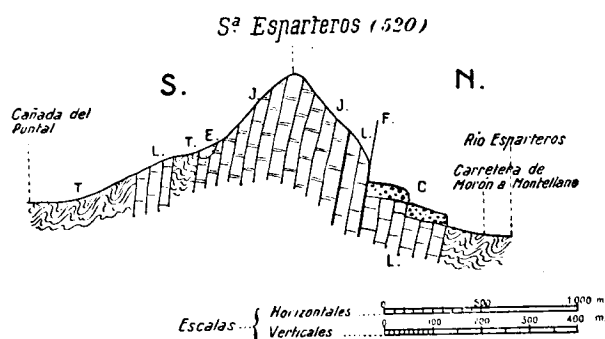
La falla superior viene a seguir la curva de nivel 350, y la inferior está situada 60 metros más abajo, pero ambas se reúnen hacia el Este en una sola línea de fractura que cesa poco después del punto de su encuentro. La falla inferior es de corta extensión y pronto se termina hacia el Oeste. La superior, en cambio, se prolonga hacia el occidente hasta cerca de las «Cuadras», edificios emplazados en la vertiente Norte de la Sierra (ver foto núm. 1). En esta parte, cabe señalar una dislocación transversa, que corta la Sierra de Norte a Sur y que se corresponde con un manantial próximo a dicho paraje de las «Cuadras».

En resumen, pues, el corte oriental de la Sierra (corte número III) nos revela un conjunto monoclinual de jurásico y liás infrapuesto, buzando casi vertical al Sur, afectado por dos fuertes hundimientos, según la estratificación y recubier-

to hasta bastante altura, por el Norte, por un Cuaternario que ha participado en las dislocaciones.

Un corte más hacia el Oeste en la parte central de la Sierra (ver corte núm. IV) nos muestra, en cambio, una sola línea de falla. Al pie de la misma, se acumula un depósito de conglomerados que llega hasta la carretera de Mon-

CORTE NÚM. IV.—*Parte central de la Sierra de Esparteros.*



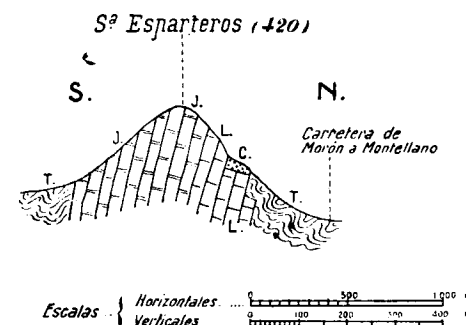
- T. Margas irisadas triásicas.
- L. Calizas liásicas.
- J. Calizas jurásicas.
- E. Margas eocenas.
- C. Conglomerados cuaternarios.
- F. Fallas.

tellano. Las calizas jurásicas y liásicas de la Sierra tienen la misma disposición que en el corte oriental, es decir, se integran por gruesos bancos que buzcan 80-90° al Sur. El conjunto, sin embargo, ha perdido altura, los términos inferiores del Lías han desaparecido bajo el Cuaternario, y todo ello parece indicarnos que hay una tendencia del monoclinal de la Sierra a desplomarse hacia el Oeste.

En esta transversal, cabe señalar la presencia, al Sur de

la Sierra y muy próximo a ella, del pequeño accidente del Cortijo de Las Sarmientas, al Norte, y al Oeste del Cortijo del Palomo. Se trata de una alargada espiga, constituida por calizas blancas milonitizadas, semejantes a las liásicas fosilíferas de Esparteros, y que se disponen de modo análogo, aunque no se puede discernir bien su estratificación.

CORTE NÚM. V.—*Corte en el sector occidental de la Sierra.*



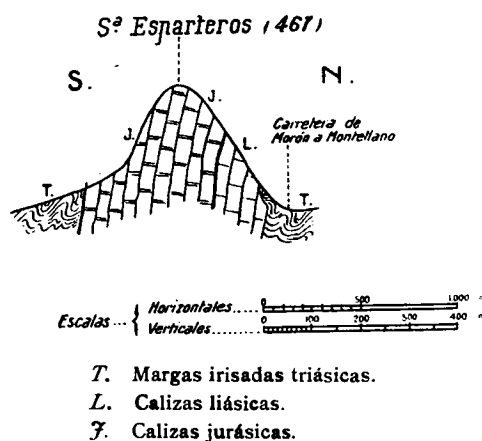
- T. Margas irisadas triásicas.
- L. Calizas liásicas.
- J. Calizas jurásicas.
- C. Conglomerados cuaternarios.

La marcha del monoclinal de la Sierra presenta ya pocas variantes hacia el Oeste. En la transversal correspondiente a los Hornos de Cal (ver corte núm. V), la Sierra ha disminuido considerablemente de altura y no existen trazas de las líneas de hundimiento que antes hemos señalado. El Cuaternario se ha quedado reducido a una estrecha faja. Por lo demás, el buzamiento se ha hecho menos brusco; en las canteras al Sur de los hornos, las calizas oolíticas y fosilíferas que allí se explotan presentan buzamientos de 60-70°.

Finalmente, en la terminación occidental de nuestra unidad, las calizas jurásicas y liásicas, siempre buzando acusadamente al Sur, entablan contacto directo con el Triás circundante por el Norte y el Sur (ver corte núm. VI).

En estas dos últimas transversales, se manifiesta claramente la tendencia del sistema monoclinal a hundirse hacia

CORTE NÚM. VI.—Corte en el extremo occidental de la Sierra.



el Sudoeste. Podemos, pues, pensar en el conjunto jurásico y liásico de la Sierra, como en un potente paquete de capas que se levanta hacia el Este y el Nordeste, y queda «anegado» en el Oeste-Suroeste. Muy posiblemente, los dos deslizamientos que hemos señalado en el Este, en su vertiente Norte, corresponden con este desplome de la unidad hacia el Oeste; al bascular el conjunto en esta dirección, verosímilmente se producirían resbalamientos de capas, al resistir unas y secundar otras el movimiento.

Al lado de esto cabe señalar la progresiva disminución de espesor del material calizo, que se aprecia en la serie de

cortes que presentamos a medida que nos dirigimos hacia el Oeste. Hay, pues, en esta dirección no sólo un anegamiento, sino un adelgazamiento en cuña de las calizas de la Sierra.

CONCLUSIONES

La Sierra de Esparteros es un potente conjunto monoclinal de calizas del Malm y del Lías (principalmente del Lías alpino medio, con braquiópodos característicos), que se acuña hacia su terminación occidental; buza casi vertical al Sur y soporta en su vertiente Norte un extenso manto de travertino cuaternario. Tanto el Lías y el Jurásico, como el Cuaternario, quedan escindidos según dos líneas, aproximadamente dirigidas de Este a Oeste, en la parte oriental de la Sierra. Corresponden dichas líneas a dos fuertes deslizamientos, según los planos de estratificación de las calizas. Como el Cuaternario es afectado por estas dislocaciones, puede inferirse que la edad de las mismas es muy reciente. Posiblemente se corresponden estos deslizamientos con un hundimiento que se admite en el conjunto monoclinal de la Sierra hacia el Sudoeste, al cual supondrían los mencionados accidentes una compensación.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.—CALA Y SÁNCHEZ (M.): *Geología del término de Morón*. Madrid, 1897.
- 2.—CALDERÓN (S.): *Notas sobre el hallazgo de yacimientos diatomeos en Morón*. «Bol. Int. Libre de Ens.», X. Madrid, 1886.
- 3.—CALDERÓN (S.) y PAÚL (D. M.): *La moronita y los yacimientos diatomeos de Morón*. «Anal. Soc. Esp. Hist. Nat.», XV, páginas 477-493. Madrid, 1886.

- 4.—CALDERÓN (S.): *La région épigénique de l'Andalousie et l'origine de ses ophiolites*. «Bul. Soc. Geol. F.», 3.^{ème} Série, t. XVII, 1889.
- 5.—CALDERÓN (S.): *Edad Geológica de los terrenos del territorio de Morón de la Frontera (Sevilla)*. «Bol. Com. Map. Geol. Esp.», tomo XVII, págs. 499-526. Madrid, 1890.
- 6.—CALDERÓN (S.): *Los volcanes fangosos de Morón*. «Anal. Soc. Esp. Hist. Nat.», XX, págs. 1-21. Madrid, 1891.
- 7.—CALDERÓN (S.): *Rectificación a la Memoria «Los volcanes fangosos de Morón»*. «Act. Soc. Esp. Hist. Nat.», XX, pág. 107. Madrid, 1891.
- 8.—CALDERÓN (S.): *Excursión geológica a la Sierra de las Rozas de San Juan*. «Anal. Soc. Esp. Hist. Nat.», XXI. Madrid, 1892.
- 9.—CALDERÓN (S.): *Más diatomeas de Morón y noticias sobre este yacimiento, según el botánico señor Coincy*. «Act. Soc. Esp. Hist. Nat.», XXVII. Madrid, 1898.
- 10.—MALLADA (L.): *Explicación del Mapa Geológico de España*. «Mem. Com. Map. Geol. Esp.», t. III. Madrid, 1902.

EL EOCENO DE SAN LORENZO DE MORUNYS (LERIDA)

POR

A. ALMELA

A. ALMELA

EL EOCENO DE SAN LORENZO DE MORUNYS (L E R I D A)

PRELIMINARES

Desde la primera vez que tuve ocasión de estudiar este isleo, en compañía de los señores Ríos y Garrido, me intrigó sobremedida la curiosa disposición del Eoceno, emparedado entre dos masas de conglomerados y su peculiar estratigrafía, que hacían difícil cualquier interpretación tectónica.

Intentamos establecer paleontológicamente sus niveles, pero tropezamos solamente con especies fósiles lutecien-ses o poco determinativas, y tampoco por este medio nos fué posible aclarar el problema, por lo que nuestras interpretaciones de su tectónica y estratigrafía, establecidas en nuestros trabajos sobre esta zona, se basaron en las características geológicamente más salientes (1).

Posteriormente he vuelto a visitar esta zona varias veces, e intrigado por el problema, pues nuestra primitiva interpretación no acababa de dejarme convencido, he recogido una abundante fauna que, al estudiarla en el gabinete, ha

(1) ALMELA (A.) y RÍOS (J. M.): *Explicación al mapa geológico de la provincia de Lérida*. Madrid, 1947.—RÍOS (J. M.), ALMELA (A.) y GARRIDO (J.): *Observaciones geológicas sobre el borde sur de los Pirineos orientales*. «Bol. I. G. y M. de España», t. LVI. Madrid, 1943.

puesto de manifiesto la presencia del Bartonense marino en el Eoceno de San Lorenzo de Morunys, no citado hasta ahora en la provincia de Lérida, más que en la mancha de Oliana, aunque Solé sospecha su existencia por algunos corallarios encontrados (1).

Este descubrimiento me ha hecho revisar nuestras anteriores interpretaciones y adoptar una nueva, que me parece más en armonía con el estilo tectónico dominante en esta zona del Pirineo, y que ya fué adivinada por el insigne Vidal.

No obstante, es preciso reconocer que pueden oponerse algunas serias objeciones a esta interpretación, y quien esto escribe se las ha planteado repetidas veces, pero el hallazgo de la fauna bartoniense a que se hace referencia, es argumento a todas luces decisivo, que fuerza a buscar explicación lógica, dentro de la nueva interpretación, a las anomalías observadas, que a primera vista contradicen a aquélla.

En las líneas que siguen, trato de exponer con la mayor claridad y concisión, compatible con aquélla, las nuevas ideas sobre este interesante problema, abandonando por esta vez la norma establecida de dividir la explicación en estratigrafía y tectónica, por estimar que, en este caso, la primera ha de basarse en los datos de la segunda.

En su lugar comenzaré por exponer los hechos, tal como se presentan al observador que recorre la zona, quien simultáneamente va viendo su estratigrafía y tectónica aparente; a continuación se darán los argumentos paleontológicos encontrados, y, finalmente, las diversas interpretaciones tectónicas que ha recibido el problema, y la que se deduce a la luz de los nuevos datos obtenidos.

(1) SOLÉ (L.): *Fauna coralina del Eoceno catalán*. Madrid, 1933.

Para todas estas explicaciones remitimos a los mapas geológicos a escala 1:200.000 de la zona de Oliana-Berga y de la provincia de Lérida, existentes, respectivamente, en los dos trabajos anteriormente citados. Estos mapas, aunque el contacto Eoceno-Oligoceno está ligeramente más al Norte de lo que debiera, en sus líneas generales son bastante aproximados, con las salvedades que se harán oportunamente, especialmente referentes a las líneas tectónicas.

LOS NIVELES EOCENOS DE SAN LORENZO

Si remontamos hacia el Norte los cursos de los ríos Aiguadora y Cardoner, especialmente este último, partiendo del Oligoceno de Valldora o de las Casas de Posadas, respectivamente, se observa, que los potentes niveles de conglomerados que forman el suave sinclinal del Santuario del Hort-Valle de Busa-Tossalts, se levantan bruscamente en la rama Norte, quedando, primero en posición vertical, y volcándose poco más adelante con un buzamiento de 75° N.

Estos conglomerados, que contienen intercalados varios niveles complejos de areniscas, margas rojas y bancos de conglomerados, presentan en el Santuario del Hort la discordancia progresiva señalada por Ashauer y por nosotros (1), y se reproduce más al Este en la sierra de Busa, como puede verse en el corte adjunto.

Este, con objeto de poner de manifiesto los fenómenos que se describen, se ha trazado por los vértices de Guardiola y Llebra, continuando por el Coll de Berla hasta la Roca de Guixés.

(1) *Observaciones geológicas*..., pág. 48, y fotos 1, 2, 3 y 4.

El nivel más bajo de conglomerados de la serie, forma una larga corrida de agudas cresterías, en bancos casi verticales, con ligera vergencia al Sur, que limitan por el Sur el valle de San Lorenzo, y que en los dos extremos se ocultan paulatinamente bajo los conglomerados subhorizontales de los niveles más altos.

Más hacia el Norte, descansa en concordancia sobre estas capas un nivel más blando, compuesto de areniscas margosas tableadas y margas arenosas, todo ello de color chocolate, con bancos de conglomerados de unos 4 ms. de potencia y aspecto análogo a los anteriores, que por su mayor dureza resaltan sobre el terreno. Este nivel rojo, paralelo al anterior, se destaca netamente en el terreno, a lo largo de todo el valle. Su potencia aproximada es de 300 ms.

Al llegar cerca de la carretera de San Lorenzo a Berga, la facies cambia radicalmente, aunque en apariencia no sea este cambio muy llamativo en los primeros niveles.

Comienza aquí una potente serie de capas de facies muy variable lateralmente, frecuentemente muy fosilíferas y con un constante buzamiento al Norte, salvo algunos trastornos. Esta serie viene recubierta por una segunda formación de conglomerados.

Las capas situadas más al Sur, y aparentemente las más inferiores, se componen de una alternancia de conglomerados y areniscas.

Los conglomerados, en bancos también de unos 4 ms. de potencia, tienen un aspecto ligeramente diferente a los anteriores, pues su color es algo más grisáceo y los cantos parecen menos rodados. Vienen separados por niveles de 20 a 30 ms., de maciños bastos y grises, y algún nivel de margas muy arenosas. Los maciños, registrados con cuidado,

tienen de vez en cuando algún *Nummulites* pequeño, lo que indica que estamos ya en el Eoceno marino, sin que se haya visto en ninguno de los puntos en que se ha estudiado el contacto con las capas lacustres rojas inmediatas al Sur, discordancia ni accidente tectónico alguno, en contra de nuestras suposiciones anteriores.

Este nivel, claramente marino, sufre frecuentes variaciones de facies, tanto vertical como lateralmente. Desde dos kilómetros al Oeste de San Lorenzo, hasta las inmediaciones del caserío de Guixés, a medida que avanzamos hacia el Norte, va perdiendo su carácter detrítico, escaseando y llegando a desaparecer los conglomerados, haciéndose más abundantes y menos arenosas las margas y pasando algún nivel de maciños a calizas bastante puras.

En el barranco de Coll de Font, a dos kilómetros al Oeste de San Lorenzo, y en ambas márgenes del río Cardoner, hacia el kilómetro 29 de la carretera (1), aparece un banco de caliza, entre unas capas de margas grises y maciños, en donde se ha recogido una abundante fauna de coralaris y foraminíferos especialmente.

Al Norte de estos bancos, aparece un nivel de margas grises anteadas, blandas y laminares, que en las orillas del Cardoner contienen abundantes gasterópodos pequeños.

Todos estos niveles son concordantes con los rojos anteriores y conservan un buzamiento análogo, pero debido, sin duda, al violento esfuerzo sufrido, tienen algunas roturas, como sucede con el banco calizo del río Cardoner, y los niveles inmediatos, que aparecen rotos en la forma que se indica en la figura núm. 1.

(1) Según la kilometración de la hoja topográfica, distinta a la real.

Al Este de la iglesia de Guixés, la facies es algo diferente, como puede verse al Sur del puente de la carretera sobre el río Valls. Aquí, al Norte de la formación roja, aparecen bancos de areniscas y margas grises con *Nummulites*, y cerca ya de la carretera, se intercala un nivel de margas rojas y areniscas molásicas, de color gris claro, que parecerían corresponder al Oligoceno lacustre. Al Norte de estas capas, que aparecen muy regulares y verticales, corta el desmonte

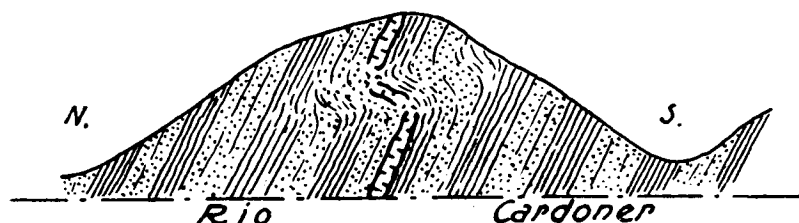


Fig. 1.—Rotura en el banco calizo de la orilla izquierda del Río Cardoner.

de la carretera otras de areniscas y margas grisáceas, con algunos *Nummulites* y bastante rotas.

Este nivel rojo se ve en varios puntos de la carretera, y esto, unido a las roturas que se observan en las capas inmediatas, nos indujo a colocar aquí el límite entre el Eoceno y Oligoceno, que el hallazgo de *Nummulites* más al Sur, obliga a trasladar en este sentido.

Las capas inmediatas por el Norte y Sur a este nivel rojo, son muy fosilíferas, y en varios puntos he recogido una fauna bastante abundante de *Nummulites* y moluscos. La potencia total de esta serie es de unos 250 ms.

Si continuamos avanzando hacia el Norte, pasada la carretera de Berga, a un kilómetro aproximadamente al Este del Cardoner, se encuentra una alternancia de margas grises

y maciños muy fosilíferos, que localmente pasan a calizas tableadas grises.

Estos niveles, que miden una potencia aproximada de 250 metros, han dado una abundante fauna, especialmente de *Discocyclinas*, *Nummulites* y *Lamclibraquios*.

A continuación viene una serie no fosilífera, compuesta de areniscas bastas de cemento calizo y con frecuente gravilla, margas arenosas grises y algunos niveles de conglomerados. En algunos puntos y especialmente hacia el centro de la serie, las margas son rojas, lo que acentúa más el aspecto lacustre o, cuando menos, muy somero de esta parte. Su potencia es de 550 ms., y su posición es análoga a la de los otros niveles estudiados, con buzamientos constantes al Norte de 55° a 75°.

Inmediatamente al Norte, aparecen unos 20 ms. de yeso blanco sacaróideo, sin estratificación visible y 400 ms. de calizas grises bastante puras.

Las calizas, por su mayor dureza, se destacan sobre la ladera septentrional del valle, y al Norte se ofrece un tramo de margas grises con *Nummulites*, de 300 ms. de potencia, que por su menor dureza originan el Coll de Berla, entre las calizas y la serie de conglomerados en masa que descansan sobre las margas grises, formando el elevado farallón de la Roca de Guixés (ver fotografía).

Estos conglomerados parecen descansar concordantemente sobre las margas grises, y son de tonalidad rojiza, debida al cemento, que es de este color, y a alguna alternancia de areniscas, también rojizas. Se componen de cantos bien rodados, de elementos paleozoicos principalmente, pero también existen calizas secundarias y de *Alveolinas* y *Nummulites*.

En toda esta serie no se ve trastorno alguno, y las capas, siempre concordantes, buzan fuertemente al Norte.

Al Oeste de este corte, hacia el Cardoner, las capas están muy trastornadas, los conglomerados superiores han desaparecido y, por lo tanto, no se puede establecer la serie completa, pero hacia el Este las capas continúan con bastante regularidad, y he podido efectuar otros cortes comparativos,

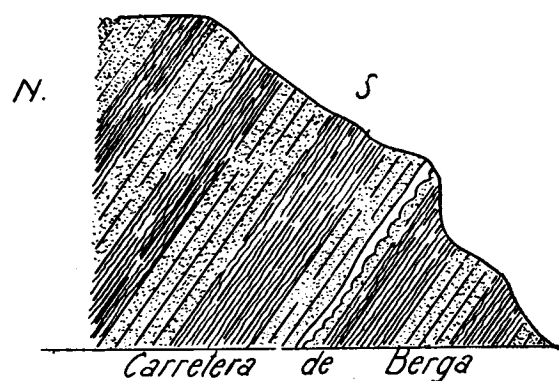


Fig. 2.—Disposición de la playa fósil en los estratos próximos a la carretera de Berga, cerca de la Iglesia de Guixés.

aunque con menor detalle, por quedar en muchos sitios ocultos los estratos bajo los derrubios de la ladera.

Un corte Norte-Sur por las inmediaciones de Guixés, ha puesto de manifiesto al Sur de la carretera, una serie análoga a la anteriormente descrita, pero al Norte de ésta, la formación es algo variable. La serie marina es también aquí fosilífera, aunque algo menos, y, en cambio, son muy frecuentes en los maciños tableados los ripple-marcks, en la disposición que indica la figura núm. 2.

Hacia el Norte, sigue una alternancia de maciños bastos

con frecuente gravilla y margas grises arenosas, sin que se vean margas rojas ni conglomerados, ni tampoco fósiles.

Este nivel tiene unos 300 ms. de potencia, y a continuación aparecen otros 300 ms. de margas grises laminares, sin fósiles, con señales de haber sufrido fuertes presiones.

Siguen a estas margas unos pequeños asomos discontinuos de calizas grises, y, en inmediato contacto con ellas, una gran masa de yeso blanco sacaroideo, cuyo conjunto ocupa la prolongación hacia el Este del crestón de calizas existente al Sur del Coll de Berla.

Es interesante hacer notar que en el fondo del profundo barranco existente al Este de estas calizas, no aparece más que una gran masa de yeso en toda la zona que debían ocupar aquéllas, al ser cortados sus estratos por el barranco.

Al Norte de los yesos, aparecen también aquí las margas grises tableadas, con capitas intercaladas de arenisca y aspecto semejante al que presenta el nivel de margas del Sur.

Encima de estas margas grises con algunos *Nummulites*, descansan unos niveles de areniscas y margas rojizas, y a continuación los conglomerados rojos de la Roca de Guixés, todo ello aparentemente concordante y con buzamiento de 30° N.

Si nos desplazamos más al Este y hacemos un corte Norte-Sur por las proximidades del río Valls, encontramos al nivel del puente de la carretera, los trastornos en las margas y maciños a que antes hemos hecho referencia, y hacia el Norte se sucede la misma facies hasta el nivel del caserío de Casanova de Valls, en donde empieza una serie de margas grises laminares, con capitas arenosas intercaladas, sin que se vean las calizas y yesos que afloran más al Oeste, y que se repiten de nuevo al Este en Sisquer y el río Llinás.

A la altura del molino que existe en el río, cubre a las margas anteriores un nivel de margas y maciños amarillentos, con buzamiento de 60° N. y gran cantidad de *Nummulites*.

Gradual y rápidamente, los maciños se hacen dominantes y pasan al nivel de areniscas rojas y margas rojas, señalado antes al pie de la Roca de Guixés, y a su vez este nivel pasa a las pudingas duras rojizas, con alguna intercalación de arenisca roja, que forman el congosto del río y son prolongación de la Roca de Guixés.

Estas pudingas están aparentemente concordantes con los niveles anteriores y tienen un buzamiento de 58°, pero si seguimos hacia el Norte, las veremos tenderse bastante pronto y soportar encima una formación de facies típica oligocena, dispuesta en amplio y suave sinclinal.

En resumen: vemos en todo el fondo del valle de San Lorenzo una serie eocena bastante fosilífera, de facies poco estable y diferente, de los niveles del Sur a los del Norte, emparejada entre dos series detríticas de conglomerados, con areniscas y margas rojas, y todo ello con un buzamiento constante al Norte. Posición desconcertante que justifica las diversas interpretaciones de que ha sido objeto.

PALEONTOLOGIA

Ya hemos dicho que el Eoceno de San Lorenzo de Morunys es en algunos niveles muy fosilífero, y con una gran variedad de especies, aunque por desgracia el estado de conservación de los ejemplares en la mayoría de los casos deja bastante que desear. Así, en el curso de las diferentes excu-

siones realizadas, se ha podido reunir una fauna bastante abundante que permite establecer conclusiones respecto a la edad de los distintos niveles.

Dalloni (1), que casi siempre cita una sorprendente cantidad de fósiles, reúne dos nutridas listas de este Eoceno, que vamos a transcribir para que sirvan de término de comparación.

El nivel fosilífero más inferior, corresponde a calizas margosas azuladas, alternando con margas grises (seguramente el mismo nivel de las margas y calizas del Coll de Berla), y en él ha encontrado en el barranco del Cardoner la siguiente fauna:

Conus, sp.

Cypraea (*Cypracovula*) *funiculifera*, Cossm.

» (*Cypraedia*) *elegans*, DeFr.

Terebellum (*Scraphs*) *convolutum*, Lmk.

Rostellaria goniophora, Delb.

Caliptraea aperta, Sol.

Trochus (*Tectus*) *aff. Lucasianus*, Brong.

Pleurotomaria nummulitica, Leym.

Arrhoges.

Vermetus.

Ostrea plicata, Sol.

» *strictiplicata*, Raul. et Delb.

» *tournali*? Donc.

Alectryonia cf. Martinsi d'Arch.

Spondylus planicostatus d'Arch.

» *radula*? Lmk.

Lima catalauniae, Cossm.

(1) M. DALLONI: *Etude Géologique des Pyrénées catalanes*. Argel, 1930, págs. 270 y 271.

Chlamys subtripartita d'Arch.
 » *pradellensis*, Donc.
Vulsellopsis n. sp.
Pinna sp.
Arcoperna n. sp.
Modiola subcarinata, Lmk.
Modiolaria sp.
Cardita (Venericardia) Aegyptiaca Fraas.
Cardium galaticum? d'Arch.
Chama turgidula? Lmk.
 » sp.
Meretrix n. sp.
Diplodonta albasensis, Donc.
 » sp.
Teredo sp.
Fistulana.
Lucina bipartita, Defr.
 » *proxima*, Desh.
 » sp.
Divaricella.
Pholadomya nummulitica, Frausch.
 » *puschi*, Gold.
Clavagella sp.
Cistella.
Bryozoarios.
Cidaris subcylindrica d'Arch. var.
Asteria.
Pomatoceros dilatatus d'Arch.
Cycloseris.
Trochocyathus.
Nummulites granifer, Douv.
 » *aticus*, Leym.

Orthophragmina Archiaci, Schlumb.
Orbitolites complanatus, Lmk.
Melobesia.

Sobre este nivel señala areniscas blandas y margas arenosas que en la Collada de Jou tienen *Nummulites uronensis*, Heim., N. granifer Douv. y Assilina.

Por último, el nivel superior de margas azules con lechos de arenisca azulada, finamente glauconiosa, contiene una abundante fauna en la confluencia del Cardoner y el Valls y en el camino de Guixés, con las siguientes especies:

Liria aff. turgidula, Desh.
Athleta sp.
Streptochetus cf. intortus, Lmk.
Tritonidea (Cantharus) sp.
Orthochetus cf. Cossmanni, Donc.
Turritella subcarinifera, Donc.
 » *adulterata*, Desh.
Ampullina brevispira, Leym.
Trochus (Tectus) aff. Lucasianus, Brong.
Vermetus (Lemintina) cf. cancellata, Desh.
Ostrea sp.
Spondylus caldesensis, Car.
Lima Catalauniae? Cossm.
Crassatella securis, Leym.
Chama, sp.
Libitina elongata, Leym.
Diplodonta sp.
Fistulana sp.
Terebratella Vidali, Mall.
Terebratulina tenuistriata, Leym.
Cidaris subcylindrica d'Arch.
Conocrinus (Rhizocrinus) sp.

Serpula Boriesi d'Arch.

Vermetus quinquesignata, Reuss

Protula Kressenbergensis, Gumb.

Graphularia pyrenaica, Donc.

Trochocyathus sinuosus, Brong.

Flabellum.

Nummulites atacicus, Leym.

» *subatacicus*, Douv.

» *globulus*, Leym.

» *guettardi*, d'Arch.

Operculina ammonea, Leym.

» *subgranulosa* d'Orb.

Orthophragmina Archiaci, Schlumb.

Todas estas series las atribuye al Luteciense.

Las especies que por mi parte he podido clasificar de entre el material recogido son las siguientes, agrupadas por yacimientos:

Carretera de Berga, margen derecha del río Cardoner, a 500 metros al Norte de la confluencia del río Valls:

Nummulites subfabianii, Prev.

» *variolarius*, Lmk.

Operculina alpina, Douv.

Cycloseris barcelonensis, Opp. sobre.

Discocyclina sella d'Arch.

Trochosmilia irregularis, Desh.

Pattalophyllia sinuosa, Brong.

Corbis boutillieri, Cossm.

Cardium bonellii? Bell.

Venericardia minuta, Leym.

Clavilithes noae? Chemn.

Potamides vidali? Cossm.

Turritella vinculata, Zitt.

Turritella sulcifera, Desh.

Melania vidali? Cossm.

Ampullina brevispira, Leym.

» *parisiensis* d'Orb.

Trochus aff. mitratus, Desh.

Barranco de Coll de Font, 2 kms. al Oeste de San Lorenzo:

Nummulites contortus, Desh.

» *striatus*, Brug.

Discocyclina pratti, Mich.

Hydnophyllia profunda, Mich. sobre.

Ostrea medianensis, Carez.

Nivel igual al anterior.

Al Sur de la iglesia de Guixés, en la orilla izquierda del río Valls:

Nummulites subfabianii, Prev.

Cycloseris barcelonensis, Opp.

Cypricardia aff. carteri, d'Arch.

Turritella ataciana d'Orb.

Rostellaria fusoides d'Arch.

Natica sp.

De estos tres yacimientos que estratigráficamente corresponden al mismo nivel, el primero debe ser el mismo que cita Dalloni en la confluencia de los ríos Cardoner y Valls y la fauna, según mi determinación, es netamente Bartonense, tanto por los *Nummulites* como por los coralarios, lo que está de acuerdo con lo que supone Solé.

Parece extraño que Dalloni no se haya dado cuenta de la presencia del Bartonense y dé unas especies de *Nummulites* que están en contraposición con los abundantes coralarios existentes.

Para mí, la existencia del *Nummulites fabianii* no deja lu-

gar a dudas, como puede comprobarse en las fotografías adjuntas, y otro tanto puede decirse del grupo contortus striatus.

Estimo, pues, que estos tres yacimientos fijan el nivel bartoniense para los estratos marinos más meridionales.

Margas grises anteadas en la orilla izquierda del Cardoner, inmediatamente al Sur de la carretera de Berga:

Venus semicircularis d'Arch.

Corbula vidali, Cossm.

Lithodomus cordatus.

Cypraea levesquei d'Orb.

Potamides montsecanus, Vid.

Turritella ataciana d'Orb.

Melania vidali, Cossm.

Ancilla nana, Rou.

Voluta aff. *sihesurensis* d'Arch.

Volutolyra musicalis, Lmk.

Mesalia duvali, Rou.

Natica woodi, Desh.

Fusus rugosus, Lmk.

Parvisipho aff. *crassifunus*, Cossm.

Dentalium tenuistriatum? Rou.

Serpulorbis clathratus, Desh.

Maciños y margas arenosas de 500 a 1.000 metros al Norte de la estación anterior:

Nummulites contortus, Desh.

» *striatus*, Brug.

» *perforatus*, Den. de Monf.

» *rouaulti* d'Arch.

Operculina alpina, Douv.

Discocyclina pratti, Mich.

» *sella* d'Arch.

Trochosmylia alpina, Mich.

Patallophyllia ciclotoides, Bell.

» *bilobata*, Mich.

Terebratella? *vidali* Mall.

Spondylus planicostatus d'Arch.

Trochus lucasianus, Brong.

Terebellum carcassense, Leym.

Velates schmideli, Chemm.

Fistulana chiaie, Vid.

En algunos niveles, los *Nummulites* y *Discocyclinas* son muy abundantes.

300 metros al Sur del puente de la carretera de Berga sobre el río Valls, inmediatamente al Sur de las areniscas molasicas y margas rojas:

Nummulites contortus, Desh.

» *striatus*, Brug.

Discocyclina pratti, Mich.

Desmonte de la carretera al Sureste del Mas de la Pera:

Nummulites contortus, Desh.

» *striatus*, Brug.

Discocyclina pratti, Mich.

Collada de la carretera, divisoria de aguas de los ríos Cardoner y Valls:

Venus tenuis, Desh.

» *subcyrenoides* d'Arch.

Lucina bellardi d'Arch.

Tellina lunula, Desh.

Panopaea subelongata d'Arch.

Cypricardia aff. *vicaryi* d'Arch.

» *faba* d'Arch.

Rostellaria sp.

Voluta jugosa? Sow.

Natica sp.

Coll de Font, en la carretera de San Lorenzo a Solsona:

Nummulites contortus, Desh.

» *striatus*, Brug.

Discocyclina oliniae, Alm. y Ríos.

Vermetus laevis, Bell.

Carretera de Berga, 1,500 km. al Oeste del puente de Valls:

Patallophyllia cyclolitoidea, Bell.

Glycymeris bernensis, Mayer Eymar.

Crassatella securis, Leym.

Meretrix suberycinoides, Desh.

Volutolyra musicalis, Lmk.

Rostellaria prestwichi d'Arch.

Cypraea granti, d'Arch.

Fusus porrectus, Sol.

Turritella aff. *duvali*, Rou.

» aff. *imbricata*, L.

Scaphander cauveti? Rainc.

Dentalium tenuistriatum, Rou.

Fistulana chiaae, Vid.

Todos estos yacimientos fosilíferos corresponden al mismo nivel o niveles muy próximos, como ya lo indica la semejanza de algunas faunas, y se encuentran en la serie de mariscos y margas arenosas, que anteriormente hemos descrito.

En varios sitios se encuentran las *Discocyclinas* formando bancos de alguna potencia, lo que en el Eoceno catalán es ya un indicio de encontrarnos en niveles altos, y además son abundantes los *Nummulites* del grupo *contortus-striatus* que nos determina el Eoceno superior. Algunos de estos yacimientos, por su posición estratigráfica, tal vez correspondan todavía al Bartonense, pero la pequeñez del *N. favianii*

que caracteriza a este piso, es posible que nos los haya hecho pasar inadvertido. En todo caso, el nivel Auversense queda claramente fijado para esta serie.

En la serie de las margas grises y calizas, hemos encontrado los siguientes yacimientos:

Margas grises de la ermita de San Lley; collada en la vertiente izquierda del Cardoner, al Nordeste de San Lorenzo:

Nummulites laevigatus, Brug A y B.

» *brongniarti* d'Arch.

Camino de la fuente de la Mosquera, a 1 km. al Este de la estación anterior:

Nummulites perforatus, Den de Monf.

» *rouaulti* d'Arch.

Margas grises al pie de los conglomerados de la Roca de Guixés:

Nummulites perforatus, Den de Monf.

Margas grises al pie de los conglomerados del río Valls

Nummulites perforatus, Den. de Monf.

» *rouaulti* d'Arch.

Patallophyllia bilobata, Mich.

Calizas al Norte de Sisquer:

Nummulites laevigatus, Brug.

Esta fauna, casi exclusivamente de *Nummulites* y diferente de las anteriores, fija la edad luteciense para el nivel de margas y calizas que se extiende por el Coll de Berla y Sisquer.

Vemos, pues, que en el Eoceno de San Lorenzo de Morunys están claramente definidos tres niveles: Bartonense, Auversense y Luteciense. Más al Este, al Sur de la Sierra de La Corba, aparece también el Eoceno inferior con cali-

ra de Alveolinas y otros fósiles (1), pero la relación estratigráfica con estas formaciones no es clara.

INTERPRETACION TECTONICA

Dalloni, en su estudio del Pirineo Catalán, en la descripción estratigráfica y paleontológica del Eoceno de San Lorenzo de Morunys, a que se hace referencia anteriormente, establece que el único nivel que aparece, es el Luteciense y que la serie está volcada al Sur sobre los conglomerados oligocenos, siendo las capas más modernas a medida que avanzamos hacia el Sur.

Por el contrario, Marín (2), en su estudio sobre la cuenca potásica de Cataluña, siguiendo una ingeniosa idea de Vidal, acepta la interpretación dada por éste, de un pliegue anticlinal vergente al Sur. Esta suposición está basada en el hecho de que los tubos de *Fistulana*, debido al género de vida de este animal, deben ocupar siempre una misma posición en la roca en que se forman, mientras que en San Lorenzo aparecen éstos en distintas capas, en posiciones opuestas, lo que indica que unas están en posición normal y otras invertida.

Al realizar nosotros nuestro estudio en esta zona, rechazamos la interpretación de Dalloni, porque en el río Valls se ve sin ningún género de duda que sobre las capas marinas eocenas, con buzamiento al Norte, descansan concordantemente unos conglomerados, que más adelante se tienden y son a su vez recubiertos por unos niveles lacustres de aspecto oligoceno; disposición que es incompatible con la suposición de que los niveles eocenos están invertidos.

(1) *Observaciones geol...*, pág. 14.

(2) MARÍN (A.): *Investigaciones en la cuenca potásica de Cataluña*. «Bol. Inst. Geol. de España», t. XLIV, págs. 26-27. Madrid, 1923.

En cuanto al pliegue anticlinal vergente al Sur, no nos pareció tampoco aceptable porque las capas de los supuestos flancos del anticlinal eran totalmente diferentes y no se veía ninguna repetición de niveles.

Esto, unido a los pequeños accidentes que anteriormente hemos citado, nos hizo suponer la existencia de una falla al Sur del Eoceno, y que éste, en posición normal, cobijaba al Oligoceno que se extiende desde el vértice Runers hasta el Coll de Font.

Mis últimas excursiones por San Lorenzo me han descubierto, creo que sin lugar a duda, dos hechos fundamentales: Uno, que entre los niveles marinos del Eoceno y los de areniscas, conglomerados y margas lacustres inmediatos al Sur, no existe falla ni solución de continuidad alguna; y otro, que aquellos niveles marinos pertenecen al Bartonense y Auverniense.

Estas circunstancias obligan a aceptar la interpretación de Vidal y admitir que el Eoceno forma un pliegue anticlinal vergente al Sur.

Otro argumento a favor de esta interpretación lo constituyen las frecuentes huellas de playa fósil que se encuentran a lo largo de la carretera de Berga. Estas, según indica la figura núm. 2, presentan sus valles y aristas agudas en la cara aparentemente inferior de las capas, siendo, por el contrario, este tipo de huella el que debe aparecer en las caras superiores de los estratos. Esto, pues, indica que aquí están invertidos, y como más al Norte es indudable su posición normal, bajo los conglomerados de la Peña de Guixés, hay que admitir la existencia de un pliegue volcado.

No obstante, subsiste la importante objeción que ya nos hicimos la primera vez que nos encontramos con el proble-

ma: no se ve repetición de capas que indiquen la existencia de un anticlinal.

Ni las faunas bartonienses existentes al Sur se repiten, ni las facies de los estratos tampoco.

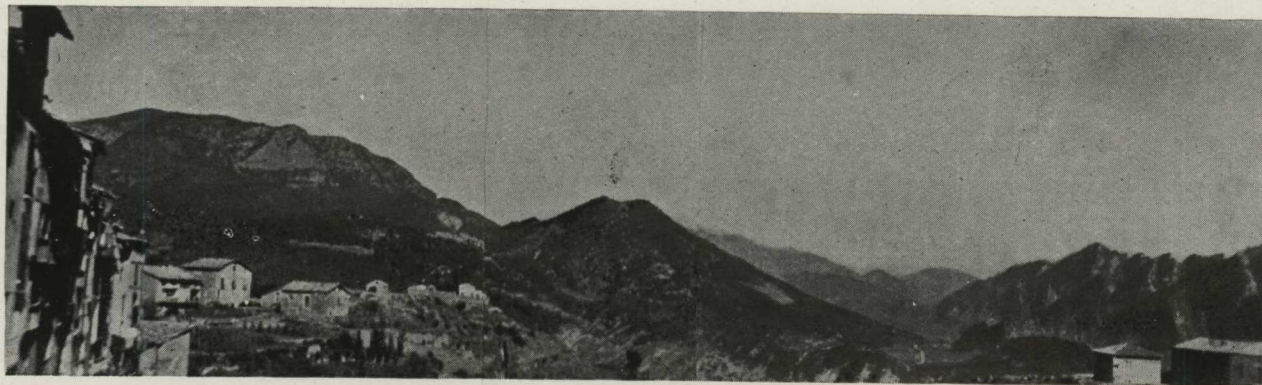
Seguramente la explicación de esta anomalía reside en los bruscos cambios de facies que experimenta el Eoceno de la zona, observables a lo largo de sus extensas corridas. Según esto, el Eoceno superior de la parte Sur, de facies marina aunque muy litoral y detrítica, es muy verosímil que más al Norte se haya transformado en una masa de conglomerados de aspecto oligoceno. Suposición que ya hemos aceptado anteriormente en los trabajos citados.

Según esta explicación, el núcleo del anticlinal vendrá formado por las margas grises, calizas y yesos, y probablemente el eje corresponde a los lentejones discontinuos de caliza. A ambos lados de ellos aparecen los niveles de margas grises de aspecto análogo y potencia parecida, representando todo este conjunto la parte visible del Luteciense.

Esta interpretación está más en armonía con el estilo tectónico de la región y en especial con el anticlinal vergente al Sur, constituido por las Sierras de La Corba y Canllong.

Este pliegue, que deja ver en el núcleo el Senonense, Garumnense y Eoceno inferior, según esta interpretación se prolonga hacia el Oeste, pero aquí se ha convertido en un isoclinal, en el que sólo afloran niveles eocenos superiores a los de La Corba.

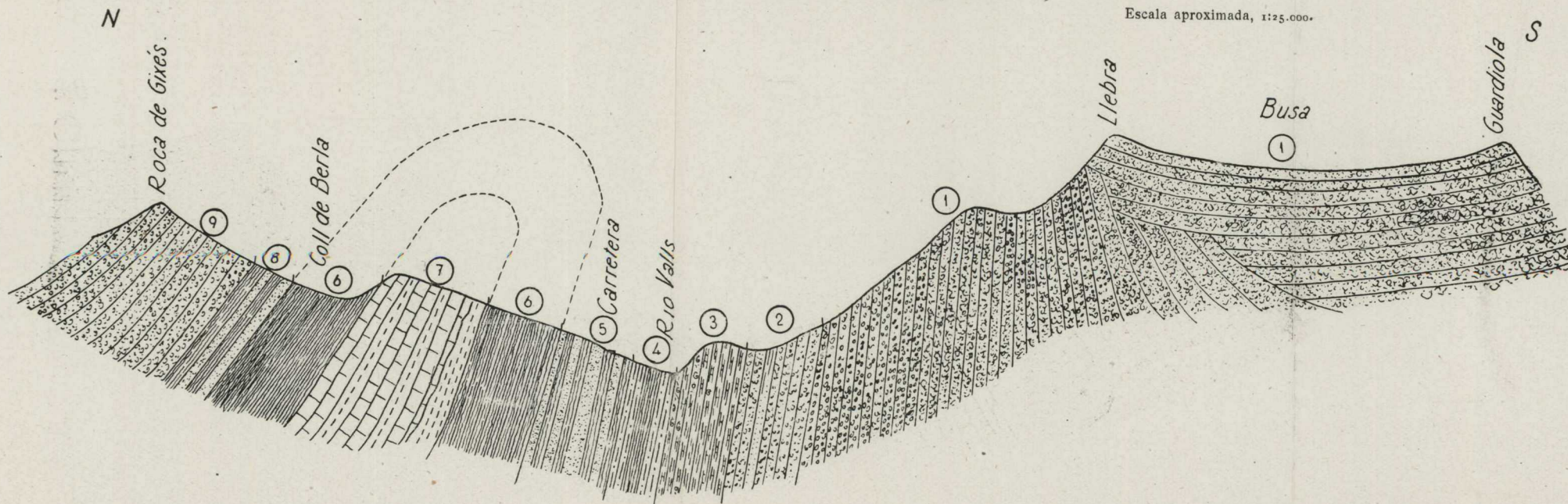
Los yesos existentes al Norte de la carretera, a lo largo del río Llinás, y los que afloran en Guixés y a lo largo del eje del anticlinal, son sin duda secundarios y han venido en disolución en las aguas, probablemente procedentes del Keuper, a sustituir al carbonato cálcico, y esto explica que, por ejemplo, al Norte de Guixés los yesos ocupan una potencia



VISTA DEL VALLE DEL RIO VALLS DESDE S. LORENZO DE MORUNYS
Y CORTE EXPLICATIVO DE LA MISMA

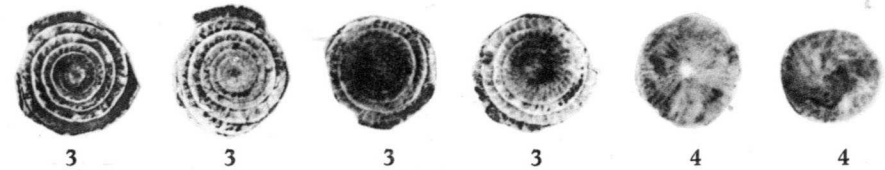
1. Conglomerados oligocenos; 2. Nivel rojo ludiense-oligoceno; 3. Conglomerados y maciños fosilíferos bartonienses; 4. Maciños y margas grises fosilíferas auversiens; 5. Margas arenosas y areniscas bastas con niveles rojos; 6. Margas grises lutecienses; 7. Calizas y yesos; 8. Areniscas y margas rojizas; 9. Conglomerados rojos.

Escala aproximada, 1:25.000.

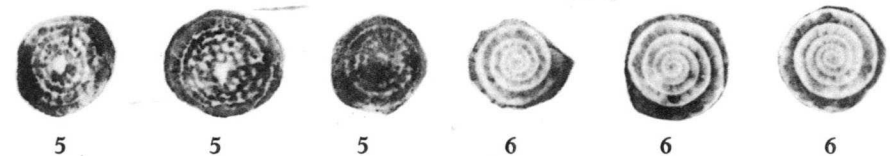




- 1.—*Nummulites contortus*, *Desh.* Sección $\times 2'5$. Auversienne. San Lorenzo de Morunys, Carretera de Berga.
2.—*N. contortus*, *Desh.* $\times 2'5$. Auversienne. San Lorenzo de Morunys, Río Cardoner.



- 3.—*Nummulites striatus*, *Brug.* Secciones $\times 2'5$. El mismo yacimiento de la fig. 2.
4.—*N. striatus*, *Brug.* $\times 2'5$. El mismo yacimiento de la fig. 1.



- 5 y 6.—*Nummulites subfabianii*, *Prev.* $\times 6$. San Lorenzo de Morunys, Carretera de Berga en la margen derecha del río Cardoner. Bartoniense.



de estratos de unos 400 metros, en el fondo del barranco, sin que se vea más que alguna capita discontinua de caliza, mientras que en lo alto del cerro existente al Oeste esta potencia está constituida exclusivamente por calizas, y sólo se vea algún lentejoncillo de yesos.

El corte que incluimos y al que anteriormente he hecho referencia, representa esta interpretación del Eoceno de San Lorenzo de Morunys y los niveles oligocenos inmediatamente al Sur, con la curiosa discordancia progresiva señalada por Ashauer. Nuestro mapa geológico de la provincia de Lérida, a escala 1:200.000, deberá, pues, modificarse trasladando ligeramente hacia el Sur la línea de contacto del Eoceno con el Oligoceno, transformándola en contacto normal y trazando un nuevo contacto paralelo a éste por el Norte de San Lorenzo de Morunys, de separación entre el Luteciense y el Eoceno superior.

SIDEROLITES OLAZTIENSIS

(Nueva descripción)

POR

M. RUIZ DE GAONA, Sch. P.

M. RUIZ DE GAONA

SIDEROLITES OLAZTIENSIS

(Nueva descripción)

Cuando en 1943, impulsado por Gómez Llueca, me decidí a dar a conocer esta forma estrellada de Foraminíferos de la familia de los *Calcarinidae*, tenía que quedar la descripción muy imperfecta, puesto que para el examen ni contaba con otro instrumento que un pequeño microscopio de 50 aumentos, viejo y de muy poca luminosidad, ni para la ilustración gráfica poseía sino un caudal de excelentes deseos, sin cámara clara, ni fotográfica, buena ni mala. Por ello, en mi ánimo quedó un recuerdo de algo que era necesario renovar y perfeccionar.

Ahora creo poder acometer la diagnosis, apoyado en nuevas experiencias y algo mejores medios de investigación.

Doy gracias al R. Dr. Bataller por haberla recogido, a pesar de lo poco convincente de la descripción, en su *Sinopsis de especies nuevas del Cretácico de España*, recientemente editado. (Mem. R. Acad. de Ciencias y Artes. Barcelona; 1945.)

En el Maestrichtiense de Olazagutía, tan rico en formas, que su recopilación, una vez terminado el estudio de todas ellas, proporcionaría una lista de centenares de especies, no son excepción las de la familia de los *Calcarinidae*.

El género *Siderolites* hasta el presente no cuenta aquí más que con el clásico *S. calcitrapoides*, Lmk., y el *S. olaztiensis*. Este es infinitamente más abundante, o por lo menos en la

práctica así sucede, acaso porque la pequeñez de aquél lo haga, a veces, pasar desapercibido; pero los numerosos lavados de muestras me han convencido de que, si es mayor la extensión vertical de aquél en el seno del Maestrichtiense de Urbasa, su representación numérica está muy por bajo de la de *Siderolites olaztiensis*, cuyo desenvolvimiento queda reducido a una hilada estrecha del límite superior del piso mencionado; pero aquí pulula de modo que en una sola muestra bien recogida de medio kilogramo de tierras puede obtenerse centenares de ejemplares, formando sinecología con un *Lepidorbitoides* no especificado y que tiene una representación de individuos aún más numerosa.

Resulta facilísimo distinguir mi especie de *S. calcitrapoides*, porque éste tiene caparazón globular o globuliforme, sólo a veces discoideo o aplastado, pequeño con espinas bien definidas, independientes unas de otras, salvo en pocos casos tetraespinados, pues entonces, y aún en contadas ocasiones, se tocan las bases de las prolongaciones espinosas, que siempre son redondeadas y algo cónicas.

Aspecto exterior.—*Siderolites olaztiensis*, en cambio, es aplanado o hasta cierto punto lenticular, con los ápices salientes, fuertemente granulosos en una y otra cara, y las prolongaciones espiniformes se relacionan entre sí por su ancha base, dándole cierto parecido a *Asterodiscus*. Las espinas, generalmente poco salientes, del disco no están en el mismo plano, del que sin embargo se apartan escasamente, como efecto del desarrollo de una espira plano-trocoidal. El contorno es estrellado con cuatro puntas, en su forma más sencilla, y no más de 10 en las más evolucionadas.

La superficie es fuertemente granulosa o mejor berrucosa; las pústulas se agrupan preferentemente en el centro y en los radios; en éstos adoptan disposición en líneas un

poco convergentes, disminuyendo gradualmente de tamaño al dirigirse a la periferia; el resto de la concha es áspero o con granulaciones mucho más pequeñas, y que desaparecen antes de llegar al borde, dejando un margen estrecho en todo el contorno del caparazón, donde se perciben ligeros pliegues en la dirección del radio. Con mayor aumento obsérvense en esta región diminutos huequecillos, que no son otra cosa que la desembocadura al exterior del *Canal sistem* del foraminífero. Las paredes calizas del sistema canalífero en esta área y también en torno a los pilares producen una red, que recuerda la de las *Orthophragminas*.

El número de radios no es constante y depende del desarrollo del sistema de canales; originariamente los radios espinosos son cuatro y después ocho; pero el desdoblamiento ocasiona alguno más. En todas estas circunstancias la apariencia estelar es manifiesta; mas cuando, después de la penificación primera y normal del sistema canalífero radial, éste reproduce nueva ramificación palmeada a ambos lados del eje, como iniciación de bifurcaciones espiniformes, a poca distancia del borde, desaparece el saliente espinoso y el borde del caparazón se hace subredondo (fig. 3).

Estructura interna.—Un corte ecuatorial por el plano medio que recoja las cámaras embrionarias es muy difícil de conseguir sin medios adecuados, y obtenerlo de modo que al propio tiempo se consiga la espira como en los cortes de la familia de los numulítidos imposible, porque la disposición inclinada de las cámaras seriales con relación al plano horizontal de la sección media hace que el corte de dichas cámaras sea siempre oblicuo al de las cámaras seriales.

Más dificultoso es todavía alcanzar un buen corte axial, principalmente por la gran espatización de la calcita fosilizante, lo que se opone a la consecución de láminas muy te-

nues que permitan un estudio claro de los sistemas canalíferos o de la constitución de los pilares, sobre todo para la ilustración gráfica, cuando se carece de cámara clara.

Por esta causa las fotografías que acompañan al texto pecan de falta de claridad; la explicación que sigue de la estructura interna se ha podido realizar por la observación de láminas delgadas a la luz refractada.

La sección media deja ver un embrión formado por una pequeña célula esférica seguida de otras tres, que son las primeras de la espira y que no están dispuestas en el mismo plano, sino en forma trocoide. Cada una de dichas células es esférica, y está recubierta en parte por la anterior; son muy pequeñas, pues la primera, que es la menor, mide 19 micras, encerrando un protoplasma de 12,5 micras, lo que da como espesor de las paredes de la célula 6,5 micras, aumentando las demás el tamaño muy lentamente.

Individualmente cada una de éstas extravasa parte del protoplasma a un tubo radial, que se ramifica como las barbas de la pluma en la sección media, en canales más finos, trabados entre sí por pequeños puentes casi normales a la dirección. De aquí la forma primordial tetraespinada y su diferenciación de *S. calcitrapoides*, cuyo sistema es mucho menos extenso, en clava en sección media y no penniforme como en nuestra especie.

Las cámaras de la primera vuelta son todavía pequeñas y subesféricas, distinguiéndose dos entre las prolongaciones radiales; ya en la segunda vuelta se hacen más irregulares. Debe tenerse en cuenta sin embargo que, como se ha advertido, la forma de las cámaras en sección media no corresponde a su forma real, por ser cortes oblicuos de dichas cámaras por su posición inclinada con respecto al plano horizontal. Su verdadera constitución está dada por tres me-

didias, longitud y anchura grandes y altura escasa. Su número aumenta ligeramente con la espira, pero no parece pasar de cuatro en cada lado, y son muy abrazadoras.

La espira es enteramente peculiar; sus lados son rectos ya desde la primera vuelta, aunque la pequeñez de las cámaras en ella la den cierta apariencia circular, de modo que no puede decirse que exista verdadera espira, sino sólo los radios vectores de una espiral logarítmica, que pudiera desarrollarse, y que a veces se presenta más o menos visible, como curva de un helicoide.

Sistema canalífero. — También aquí pueden distinguirse dos sistemas canalíferos compuestos:

a) De un sistema normal formado por finísimos tubos normales a los caparazones de las células, difícilmente visible, sobre todo por la espatización de la sustancia caliza.

b) De un sistema suplementario muy desarrollado, constituido por gruesos tubos que, partiendo de las cuatro primeras cámaras en otras tantas direcciones radiadas, se subdividen y separan oblicuamente hacia la periferia en el plano medio a uno y otro lado del radio, adoptando disposición peniforme. Estos canales abordan oblicuamente la superficie externa, donde se traducen en una red en el área del borde y en gránulos, cuyo eje es un canal más pronunciado, como puede observarse en los cortes oblicuos a la sección media. Este sistema está complementado por dos series de comunicaciones; entre tubos inmediatos, éstas se verifican por pequeños puentes normales a la dirección, y por otros más alargados e irregulares cuando unen canales entre las vueltas de espira o entre cámaras. La sustancia caliza que rellena los espacios entre las cámaras de distinta vuelta, que en realidad no constituye línea especial, están asimismo atravesados por canales de este sistema.

Pilares.—En secciones axiales se ponen de manifiesto masas calizas semejantes a las que constituyen los pilares en los *Numulítidos*. Son normales a la superficie de sección cónica con el vértice hacia el centro. Parecen reducidos a la región globosa de la concha; su forma es irregular, como si fueran varios los conos de que se componen.

No he llegado a ver claro su estructura, pero parecen estar formados por diminutos prismas calizos, adosados unos a otros sin dejar espacios libres entre ellos. Acaso observándolos con nícoles cruzados podría descifrarse con claridad su composición.

Diferencias y semejanzas.—La separación de esta especie *maastrichtiense* de Olazgutía de *S. calcitrapoides* de los mismos yacimientos es fácil, ya estratigráficamente por pertenecer a horizontes distintos, ya por los caracteres distintivos de entrambas especies.

Tampoco puede confundirse con *S. Vidali*, a juzgar por las representaciones gráficas de Mlle. Pfender (in Colom), sobre todo por la sección media y disposición en ella de las cámaras seriales, y por la falta de las características radiaciones tubulares del sistema canalífero. Mucho más próxima parece a nuestra especie por el desarrollo del sistema canalífero suplementario la forma *S. denticulatus*, de la cual, sin embargo, se separa en seguida porque en éste dicho sistema se ha hecho central, según la misma Mlle. Pfender (in Colom), irradiando en todas las direcciones desde un mismo punto, sin que presente las cuatro direcciones radiadas que se han indicado en *S. olaztiensis*; la espira y la forma externa son también buenos caracteres de diferenciación; pues en *S. denticulatus* se presenta irregularmente circular y carece al exterior de las prolongaciones espinosas, o se destacan muy poco y en corto número.

Es sobre todo la forma de la espira y la distribución del sistema canalífero secundario lo que distingue rápidamente la especie navarra de todas las demás del género *Siderolites*, además de su forma externa.

El nombre específico con que hemos distinguido la especie recuerda el nombre con que denominan en vasconcelo a Olazagutía los de los pueblos circunvecinos. Ellos llaman a Olazagutía, *Olazti*, y de ahí *olaztiensis*.

Diagnosis.—De tamaño pequeño, pues no pasa de 7 milímetros; concha estrellada, con los apéndices espiniformes en distinto plano; sublenticular, con los ápices levantados generalmente; fuertemente granulosa en el centro y en los radios, disminuyendo el grosor de las pústulas hacia el borde, en donde resta una pequeña aérea estrecha desprovista de ellos; espinas en número de cuatro a ocho, rara vez más, por formación de algunas secundarias; sección media mostrando las cámaras helicoidales pequeñas; las seriales dispuestas en espiral logarítmica, según los segmentos vectores, y aumentando gradualmente de tamaño, disponiéndose tres o cuatro en cada vector; dichas cámaras seriales oblicuas con relación al plano ecuatorial; sistema canalífero secundario con cuatro series casi normales entre sí, que se subdividen disponiéndose en forma palmeada y a veces ramificándose lateralmente para dar origen a nuevos radios; los tubitos que forman dicha red canalífera, unidos por dos clases de canales, unos cortos y rectos que comunican tubos inmediatos, y otros largos y sinuosos para relacionar los de distintas vueltas o los intercamerales; sistema canalífero normal muy difícilmente visible. El corte axial pone de manifiesto pilares gruesos no uniformes en su desarrollo, sino con estrangulaciones correspondientes a las vueltas y al parecer formados por finísimos prismas calizos.

EXPLICACION DE LA LAMINA

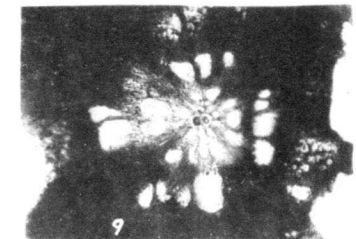
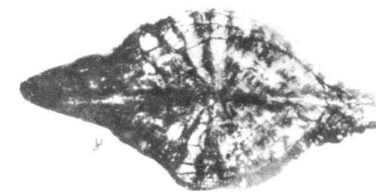
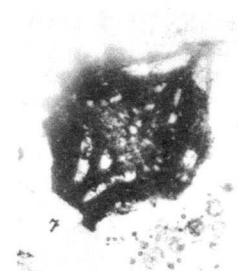
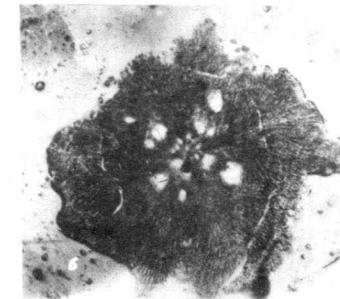
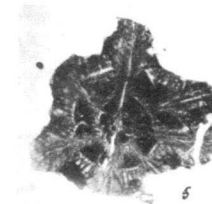
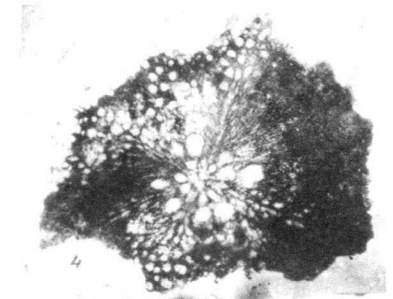
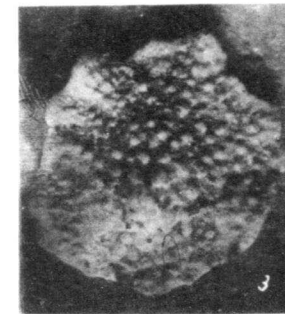
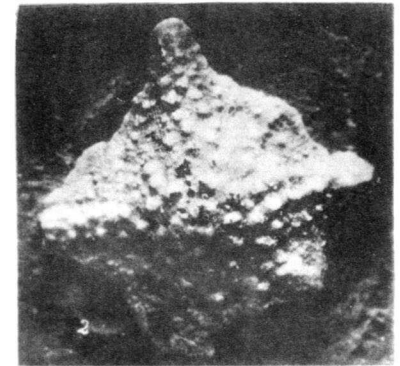
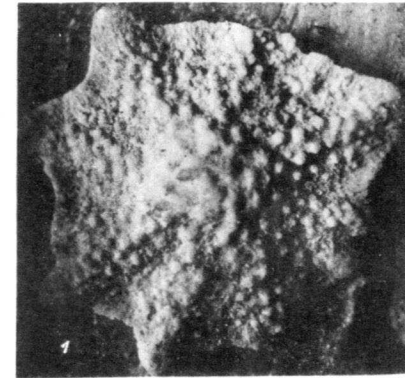
Núms. 1, 2, 3. Aspecto exterior de la concha, $\times 8$. Olazagutia.

Núm. 4. Corte ecuatorial oblicuo, poniendo a la vista el sistema canalífero suplementario, que se extiende principalmente en el plano medio, y las terminaciones al exterior visibles $\times 8$.

Núm. 5. Sección ecuatorial de *S. calcitrapoides*, Lamk., para comparación, $\times 8$.

Núms. 6 y 9. Secciones ecuatoriales, mostrando la 6 la expansión del sistema canalífero suplementario extendido por todo el plano medio, y las bifurcaciones que dan lugar a nuevas prolongaciones espinosas b), y la 9 la disposición de las cámaras de la espira, $\times 8$.

Núms. 7 y 8. Secciones axiales, $\times 8$.



Fotografías del autor

Siderolites olaztiensis
por M. Ruiz de Gaona, Sch. P.

SOBRE UN MICROFORAMINIFERO
TERCIARIO DESCONOCIDO
EN ESPAÑA

POR

M. RUIZ DE GAONA, S^{ch}. P.

Colaborador del Instituto «Lucas Mallada»

M. RUIZ DE GAONA, Sch. P.
Colaborador del Instituto «Lucas Mallada»

SOBRE UN MICROFORAMINIFERO TERCIARIO DESCONOCIDO EN ESPAÑA

Desde 1943 guardábase en mi colección una serie de muestras de un pequeño foraminífero, seleccionado de entre las muchas muestras que se habían tenido que ir recogiendo y estudiando en el numulítico, de la serie terciaria de Guipúzcoa, al hacer el estudio de los numerosos niveles de *Nummulites*, que salían continuamente a la luz, sobre todo en el trayecto de Zumaya a Guetaria, alcanzando también la margen derecha del río de Orio, donde se extinguen.

No se pudieron determinar los individuos que integran esta pequeña fauna hasta que apareció en el *Boletín de la Sociedad Geológica de Francia*, serie 5.^a, fascículo 7-8, un trabajo de Pierre Marie, dando noticias de un nuevo género, *Laffitteina*, integrado por dos solas especies, *L. bibensis* y *L. Monodi*, P. Marie; a su vista ya no cabía duda de que mis ejemplares entraran de lleno en el nuevo género.

Diferían de aquellas especies por el terreno Eonummulítico bastante elevado, pues las especies estudiadas (1) seña-

(1) M. RUIZ DE GAONA, Sch. P.: *La fauna principalmente numulítica de la serie terciaria guipuzcoana*. Estudios geológicos: Instituto «Lucas Mallada», 1948.

laban un Ipresiense claro, en contra de las de Mont-Aimé y Marruecos, que pertenecen al Montienso, y por su forma y ornamentación, por la que habían impresionado profundamente a Pierre Marie.

Teniendo ahora en qué fundamentar las observaciones. determiné hacer un estudio sobre las formas guipuzcoanas, alentado por la cantidad de individuos recogidos, lo que daba un margen de esperanza, aun teniendo en contra las dificultades inherentes a la pequeñez de talla, lo que suponía un elevado porcentaje de pérdida en las tareas para obtener láminas delgadas, de las secciones ecuatoriales, y arcillas, y a la penuria de medios de investigación, que se han ido solventando de modo aceptable.

En un trabajo anterior he ido anotando los niveles en que aparecen dentro del terciario de la costa guipuzcoana tan interesantes foraminíferos; aquí repetiré que los más abundantes se hallan en Molino de Arrillaga, Punta de Iruarriaundieta y Faro de Zumaya: en los dos últimos es fácil recogerlos sueltos en los lavados de las muestras, y en el primero están incrustados en el maciño, junto con la enorme cantidad de foraminíferos, que lo integra.

Pero no deben buscarse en los lechos margosos del Flysch; por lo menos, hasta ahora, después de búsquedas inintermitidas, no se han extraído ejemplares de tales hiladas, como tampoco de los maciños de grano grueso compactos, sino en los horizontes arenosos, de grano menudo suelto, o escasamente mezclado con arcilla, generalmente poco ricos en caliza, excepción hecha del Molino de Arrillaga, todo lo cual supone un origen sublitoral.

Advertimos que a pesar de la semejanza que manifiestan las hiladas del Flysch tableado terciario interpuestas en Vizcaya entre el Senonense y los tramos maciñosos, por ejem-

plo, en la playa de Algorta, con las inmediatamente superiores a la margarosa de Zumaya (playa de San Telmo hasta el Faro) no se han logrado extraer ejemplares de estos foraminíferos en Vizcaya, quedando, por tanto, localizadas hasta hoy en el terciario de la costa guipuzcoana.

EL MATERIAL

Como ya se indicó, pueden obtenerse los ejemplares sueltos o engastados en el maciño. En el primer caso su obtención para el estudio es fácil, después de unos lavados de las muestras, pero los ejemplares casi siempre se recogen mutilados, o alterados por la meteorización que los ha ido separando de una masa poco coherente. Tal sucede en Punta Iruarriaundieta. Si están empastados, puede suceder que lo hayan sido en molasa o en maciño; de este último (Izaro, de Zumaya) se extraen fácilmente; no así de la molasa, porque la caliza los ha sujetado mucho y la delgadez de la concha no resiste la presión, pero en ella se contienen individuos de conservación casi perfecta, si el desgaste natural no ha sido muy intenso.

Una rápida mirada sobre los ejemplares dispuestos por orden estratigráfico distingue en seguida dos clases de formas: una, constituida por conchas de pequeño diámetro, superando escasamente el milímetro, con una cara fuertemente bombeada, por la parte central perforada por gruesos agujeros irregulares, limitados por el reborde de la última vuelta de espira, de disposición radiada, presentando costillas en relieve, que corresponden a los septos de las cámaras, y valles adornados por líneas oblicuas correspondientes a los canales; la otra cara es casi plana o ligeramente bombea-

da y recubierta de perforaciones más pequeñas en un área mucho mayor, y dejando poco espacio para valles y costillas, que se manifiestan sólo el tercio final de la última vuelta. Este es generalmente circular, como formado por una espira relativamente apretada y redondeado o algo festoneado, y aun espiniforme.

Estas formas dominan intensamente en los horizontes bajos.

Otras veces son lenticulares de pequeño diámetro axial, lo que las hace casi planas (figs. 1, 5, 6, 7, 10, 11): entonces la región perforada es más extensa, y los agujeritos están sólo separados por delgados tabiques, lo que le da un aspecto reticulado desigual. La última vuelta se ha hecho mucho mayor y el conjunto gana de talla, pudiendo llegar de 2,50 a 3 mm. de diámetro por 0,5 mm. de espesor, en los más gruesos. La ornamentación resulta a veces maravillosa, prolongándose las costillas más allá del borde y siendo en apariencia espinosa. La organización trocoidal de la espira queda muy patente cuando el ejemplar está bien conservado (figuras 2, 17), de modo que por la cara no punteada se percibe una región umbilical, bien marcada por una espira, cuyas vueltas no cubren a las anteriores.

También esta forma se encuentra en los niveles inferiores, pero es infinitamente más abundante en las capas más altas de Guetaria.

Necesariamente esta disposición tiene que tener relación con la organización interna de los ejemplares: la disimetría de los foraminíferos de espira trocoidal, se muestra con nitidez. La ornamentación externa proviene no sólo del desarrollo de la espira, sino como efecto asimismo de un sistema canalífero secundario muy desarrollado.

CARACTERES INTERNOS

SECCIONES ECUATORIALES

Para las especies de Mont-Aimé (Francia) y Marruecos, confiesa Pierre Marie que, a pesar de numerosos ensayos, le ha sido imposible obtener por desgaste una superficie rigurosamente plana, en que coincidan el plano medio de la cámara inicial y el plano ecuatorial de las diversas cámaras que constituyen las conchas, lo que le hace suponer que la superficie ecuatorial, teórica, no sea plana, sino alaveada.

Con más suerte, sin duda, en mis cortes he logrado diversas secciones en que a la vez puedan estudiarse todas las cámaras de la espira, aunque ciertamente todavía se descubre la disposición en planos distintos, pero ya tan próximos que prácticamente pueden considerarse como uno.

La distinta intensidad y nitidez de tabiques, comprueba, sin embargo, que todavía no se ha logrado un plano perfecto, y que sigue la disposición de las cámaras, en espiral trocoide.

Así puede hacerse una descripción de la espira, no deducidas de secciones ecuatoriales paralelas al plano medio, sino por la observación directa de este mismo plano.

La organización representada por este plano se aproxima mucho más a la de una *Operculina*, que a la de un *Nummulites*.

1.º La espira se compone de dos y media a tres vueltas, cuyo paso aumenta con rapidez y con arrollamiento bastante regular.

2.º No existe verdadera *lámina espiral* individualizada al modo de los numulitidos, sino, acaso, en la primera porción de la espira (figs. 20, 21). Están las cámaras independientes,

conservando las láminas aislantes en toda su extensión y sólo se llegan a soldar las porciones frontales en la primera parte de la espira: exteriormente estas porciones frontales, están resguardadas por una ligera masa porosa formada por el sistema canalífero suplementario (fig. 21).

3.º *La nucleoconca* es sencilla, formada por una sola cámara, de tamaño variable generalmente y esférica. No he podido sorprender la forma esquizonte: todas las secciones practicadas han mostrado la forma gamonte (figs. 19-24).

4.º *Las cámaras seriales*: la segunda cámara, primera serial, es casi tan grande como la nuclear, pero cubierta un tanto por ésta se presenta un poco arriñonada; las demás son más largas que anchas, arqueadas hacia atrás, comunicando entre sí por la base de las paredes septales (fig. 21).

5.º *Los tabiques*, gruesos, formados por la pared de cada una de las cámaras contiguas, sin que lleguen a tocarse, por lo que en el intermedio queda un espacio interseptal; por la base comunican entre sí todos los espacios interseptales (figs. 23, 24); por la parte frontal se separan generalmente los tabiques de cada cámara antes de llegar a completar su recorrido, dejando manifiestos gruesos canales del sistema suplementario.

6.º El doble sistema canalicular se ha podido observar muy bien al microscopio; compuesto en conformidad con las descripciones de Pierre Marie:

a) Por un sistema de canales normal, constituido por finísimos canales perpendiculares a la superficie de las paredes y entre los tubos del sistema suplementario forma una red de delgadísimas mallas, que es la que P. Marie llama aspecto de *moirage*. Atraviesa las paredes frontales de las cámaras, y parece que también las septas.

b) Por otro sistema canalicular suplementario de gran

desarrollo, formado por gruesos canales que parten de la línea interseptal, y ocupa la capa porosa de separación de cámaras, que sustituye a la línea espiral, desde la que se extiende hacia el exterior a uno y otro lado del plano septal.

Secciones axiales.—Nada nuevo hay que apuntar con relación al estudio realizado por Pierre Marie con los ejemplares de Mont-Aimé y los de Sinclinal de Asslar. Solamente encuentro alguna diferencia en la disposición de las cámaras. Lo mismo que en aquellas formas montienses, aparecen dispuestas en costanera, pero se han regularizado muchísimo; las ramas son muy poco disimétricas, aunque todavía se ve este carácter; lo cual quiere decir que se van haciendo sensiblemente isoabrazadoras a medida que se van aproximando a la estructura de espiral plano-helicoide y desapareciendo el carácter trocoidal, de modo que, en las formas aplanadas de Molino de Arrillaga, las cámaras son secciones ojivales casi perfectas, sin cubrir por ninguno de ambos lados a la cámara anterior, sino en un espacio muy reducido, dando una sensación de momento evolutivo hacia la estructura de *Operculina*. La apertura que permite la comunicación de cámaras, entre sí, ya no tiene forma de hienda alargada, sino aproximadamente circular, y con manifiesta reducción. Su colocación no ha sufrido variantes.

Por lo demás, los dos sistemas canalíferos coinciden exactamente con los de las formas montienses.

CONSECUENCIA

Después del examen y comparación de las formas guipuzcoanas, con las montienses de Mont-Aimé (Francia) y del Sinclinal de Asslar (Mauritania), se tiene la convicción

de una coincidencia, casi absoluta, de los principales caracteres que delimitan el género.

Concha libre, lenticular, con pseudo-simetría interna. Cámaras abrazadoras, arqueadas hacia atrás, con sección en costanera disimétrica; paredes septales dobles, dejando entre ellas un espacio interseptal. Sistema canalífero complejo, constituido por dos grupos de canales cilíndricos de dimensiones diferentes en relación directa con las cámaras el uno, y el otro nacido en los espacios interseptales. Abertura en la base de la cara apertural y situada en la costanera más corta. Superficie acribillada de perforaciones (2).

La filogénesis de este nuevo género está encauzada por el autor de esta manera: género que se aproxima mucho a *Elphidium* y otros de la familia de los *Nonionidae* por el doble sistema canalífero; que, por la repartición de los orificios circulares en series dobles, ofrece grandes analogías con las *Elphidiella*, pero que se aparta de él por su disimetría interna, carácter que le lleva a emparentar, con *Faujasina* d'Orb., que es asimismo trocoidal, pero que no posee las dobles series de aberturas radiales superficiales.

Se aparta de *Pellatospira*, Boussac, *Pellatospirella*, Hanzava y *Sulcoperculina*, Thalmann.

Resumiendo: *Laffitteina* es con respecto a *Faujasina*, lo que *Elphidiella* con relación a *Elphium*.

Por mi parte, no descartaría absolutamente una derivación genética de la familia de las *Calcarinidae*, en algunos de cuyos géneros se encuentra el sistema doble canalífero y la disposición trocoide de las cámaras.

(2) MARIE P.: *Sur Laffitteina bibensis et Laffitteina Monodi, nouveau genre et nouvelles espèces de Foraminifères du Montien*. «Bull. Soc. Géol. de France», 1945.

Hasta ahora no se conocían más que dos especies de este género de Microforaminíferos: *Laffitteina bibensis*, Marie, de Mont-Aimé, y *Laffitteina Monodi*, Marie, del Sinclinal de Asslar (Mauritania), ambas correspondientes al Montienense.

Los ejemplares de Guipúzcoa se diferencian de ambos lo suficiente para establecer especies separadas, no ya tanto por su nivel más elevado en la estratigrafía del Ipresense, cuanto por su estructura.

Probablemente son estados más modernos de una serie evolutiva que por ahora se ignora a qué forma puede conducir, no siendo aventurado suponer su término en *Operculina*, género al que se van aproximando las muestras del Molino de Arrillaga en su estructura interna, no siendo difícil imaginar la semejanza exterior, cuando al desaparecer el sistema canalífero suplementario, y por atrofia de los espacios interseptales al soldarse las paredes laterales de las cámaras de la espira, y consiguiente aplanamiento de ésta, disponiéndose en un plano, y perdiendo su carácter trocoide, se obtienen los agujeritos superficiales, pues entonces se traducirían en gránulos las reservas calcáreas de los tubos del sistema suplementario canalífero precedente. Pudiera ser también ancestral del género *Operculinoides*.

Laffitteina Vallensis, n. sp.

Lám. I. Figs. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11. Lám. II. Figs. 12, 13, 20, 21.

Concha libre, con pseudo-simetría interna, periferia redondeada, y más generalmente con salientes espiniformes, poco largos pero bien manifiestos. Cámaras abrazadoras en espiral trocoide. Espira de dos y media a tres vueltas, con paso que crece rápidamente de tipo operculiniforme. Carece

de verdadera línea espiral, estando sustituida por una sustancia calcárea vascular poco gruesa: cámara embrionaria única esférica y la siguiente reniforme; cámaras seriales incurvadas hacia atrás y casi doble altas que anchas en su mitad; los tabiques son dobles, sin que se suelden los de una cámara con los de la inmediata, ni siquiera en las de la primera vuelta, dejando intermedio un espacio interseptal, de donde nacen canales cilíndricos que se abren al exterior oblicuamente. Abertura no en hienda alargada, sino más o menos elíptica o circular. Sistema canalífero doble: uno normal con finos canalículos que atraviesan las paredes de las cámaras, y otros de gruesos canales cilíndricos que partiendo de las zonas interseptales abordan al exterior a uno y otro lado del plano septal, tomando una disposición típica en la última vuelta, en costaneras. La superficie de las vueltas anteriores a la última, acribilladas de perforaciones regularmente distribuidas, muy próximas y en contorno irregular, jamás agrupadas en dos series dobles radiales en la proximidad de la periferia. La última vuelta de la espira visible al exterior, señalándose a veces con un pequeño resalte y dibujando muy claro el ombligo en la cara opuesta, en la que por consecuencia se hace casi imposible percibir las perforaciones centrales y si sólo las costaneras de la última vuelta, que además queda muy marcada por la sucesión de costillas y valles.

Dimensiones: Diámetro, desde 1 milímetro a 3 milímetros, y espesor, de 0,5 a 1 mm.; diámetro de la cámara embrionaria, hasta 0,18 mm.; número de vueltas, 2,5 a 3; número de cámara en la última vuelta, 16.

Distribución.—Esta especie desconocida hasta hoy y primera representante del género *Laffitteina* en España, se ex-

tiende por todo el Ipresiense del Terciario de la costa guipuzcoana, principalmente en sus niveles próximos a Gue-taria.

Diferencias.—No existe dificultad en distinguir esta especie de las dos preexistentes, pues esta separación puede hacerse de un solo vistazo por la semejanza de su aspecto exterior y por:

1.º Tener bien señalada la última vuelta, que en una de las caras se hace infundibuliforme, sin que se noten otras perforaciones que las costaneras, y en la opuesta se perciben éstas y las del centro bien distintas.

2.º Por no estar nunca las aberturas de los canales del sistema suplementario dispuestas en doble fila radial, y si en costanera.

3.º Por los valles y costillas de que carecen *L. Bibensis* y *L. Monodi*.

4.º Las prolongaciones del borde peculiares de nuestra especie.

Además, interiormente se separan por el menor número de vueltas para igual y aun mayor tamaño; por ser menor el número de cámaras en cada vuelta, ya que en la última no pasan de 16, mientras en aquéllas llegan a 27; por la mayor regularización de la espira siempre operculiniforme, con paso que crece muy rápidamente; por la abertura de comunicación de las cámaras ovoideas y situada en el vértice ojival.

Se dedica esta especie al malogrado don Alfonso del Valle, como homenaje y recuerdo al ilustre geólogo guipuzcoano.

Laffitteina Yarzai, n. sp.

Lám. II: n.º 13, 14, 15, 16, 17, 18, 22, 23, 24.

El complejo de las formas que se ofrecen en el Ipresiense guipuzcoano es muy homogéneo dentro de variaciones ligeras propias de una especie en estado evolutivo. Por ello unas veces es más o menos hinchada en el centro, o tras la última vuelta se desenvuelve con gran amplitud, y en numerosos ejemplares de los estratos superiores se prolongan sus adornos en salientes espiniformes que dan al contorno un aspecto festoneado, en tanto que la espira va haciéndose más y más aplanada y desarrollándose más próximas a un plano evidenciando una tendencia a desprenderse de la espira trocoide.

No obstante, y principalmente en los niveles inferiores, es más frecuente una forma lenticular, más pequeña de 0,8 a 1,70 mm. de diámetro por 0,40 mm. de espesor. Sus cámaras son más abrazadoras; la espira, aunque opeculiniforme, aumenta el paso más regularmente, y la última vuelta es más recogida. El desarrollo de la espira se presenta, en las secciones más verticales, más trocoide y mucho más lejana al único plano a que tiende *L. Vallensis*. Los adornos exteriores, si bien muy parecidos a éstas, se destacan con más vigor, por ser las costillas en curva más cerrada, a efecto de cámaras más abrazadoras, y jamás se extiende más allá del borde, que es siempre redondeado; el círculo perforado de la cara superior es siempre mucho más reducido, y las perforaciones más irregulares, mayores y en número muy pequeño, de modo que se echa de menos la red que parecen formar en *L. Vallensis*.

El número de vueltas es el mismo, y el de cámaras, un poquito menor, pues la última vuelta tiene sólo de 12 a 14.

Tienen estas formas mayor proximidad a *L. Monodi*, del Sinclinal de Asslar (Mauritania), que a *L. Bibensis*, de Mont-Aimé.

Acaso esta consideración pudiera dar pie para llegar a averiguar el verdadero punto de expansión de que provengan las formas guipuzcoanas que indudablemente pertenecen a la cuenca Aquitánica, en su extremo sur-occidental.

Tanto por las diferencias apuntadas, como principalmente atendiendo a su aparición estratigráfica en niveles inferiores, y por consiguiente con prioridad de desarrollo, pues naturalmente *Laffitteina Vallensis*, n. sp. ha de considerarse como estado evolutivo posterior de las formas que aquí estudiamos, se propone la creación de otra especie nueva, que denominamos *Laffitteina Yarzai*, n. sp., en memoria del gran geólogo R. Adán de Yarza, que tanto trabajó para el conocimiento del suelo español y de estas provincias en particular.

EXPLICACION DE LAS LAMINAS

LÁMINA I

Núms. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11. *Laffitteina Vallensis*; 1 y 2, aspecto externo por ambas caras; en 1 se muestra la zona de las primeras cámaras perforada por las terminaciones de los canales del sistema suplementario y la disposición en contrapares del mismo sistema con el relieve de costillas y valles y la denticulación periférica, $\times 35$; en 2 la cara opuesta con el ombligo producido por la disposición trocoide de la espira y sin que se vean las perforaciones cribosas, $\times 30$; en 3, 4, 6, 7 y 11, distintos aspectos de las caras externas, que pone de manifiesto la ornamentación y la última vuelta, $\times 22$; adviértese en 4 la abertura exterior de la que pudiéramos llamar boca; 5, 9 y 10 presentan distintos estados de desgaste natural, que dejan al descubierto las cámaras y septas de doble pared, $\times 17$.

Todos estos ejemplares proceden del Molino de Arrillaga, menos 1 y 2, que son de Campaya.

Núm. 8. Finalmente, en 8 se representa un ejemplar de Punta Irategui en su aspecto externo, y que es el más próximo por la disposición de las perforaciones a *L. Monodi*, Marie, $\times 12$.

LÁMINA II

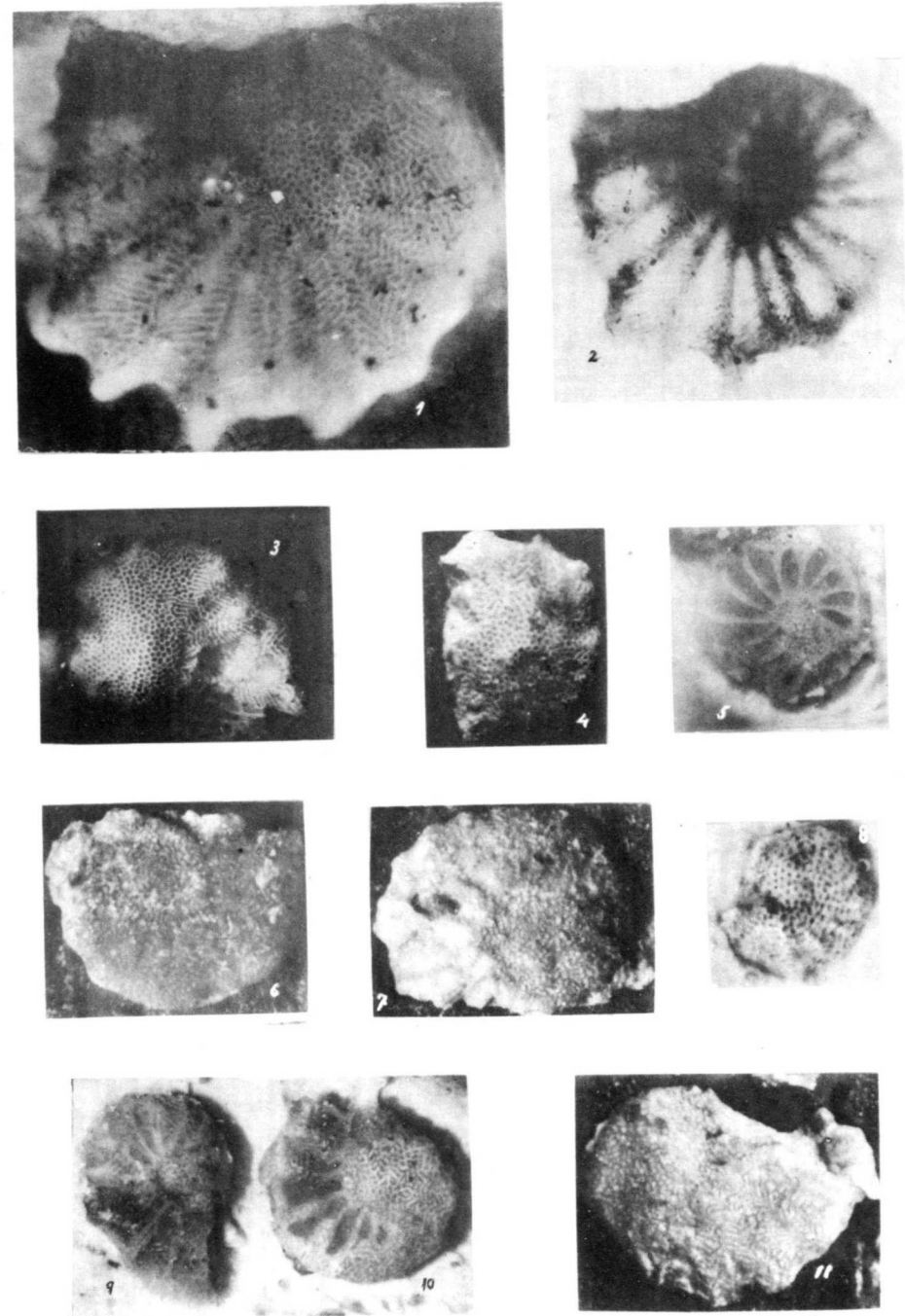
Núm. 12. *Laffitteina Vallensis*, n. sp.; aspecto exterior de un ejemplar de Izaro, Zumaya, $\times 25$.

Núms. 13, 14, 15, 16, 17, 18. *Laffitteina Yarzai*, n. sp. Ejemplares de Izaro (13, 14, 15, 16), de Orio (17) y de Punta Irategui (18). Nótese el pequeño círculo de perforaciones cribosas irregulares y espaciadas en 13, 14 ($\times 25$); la curvatura y regularidad de la espira en 15, 16, 17 ($\times 12$) y la apariencia de formación de gránulos en espiral, en 18 ($\times 12$) ejemplar con desgaste natural.

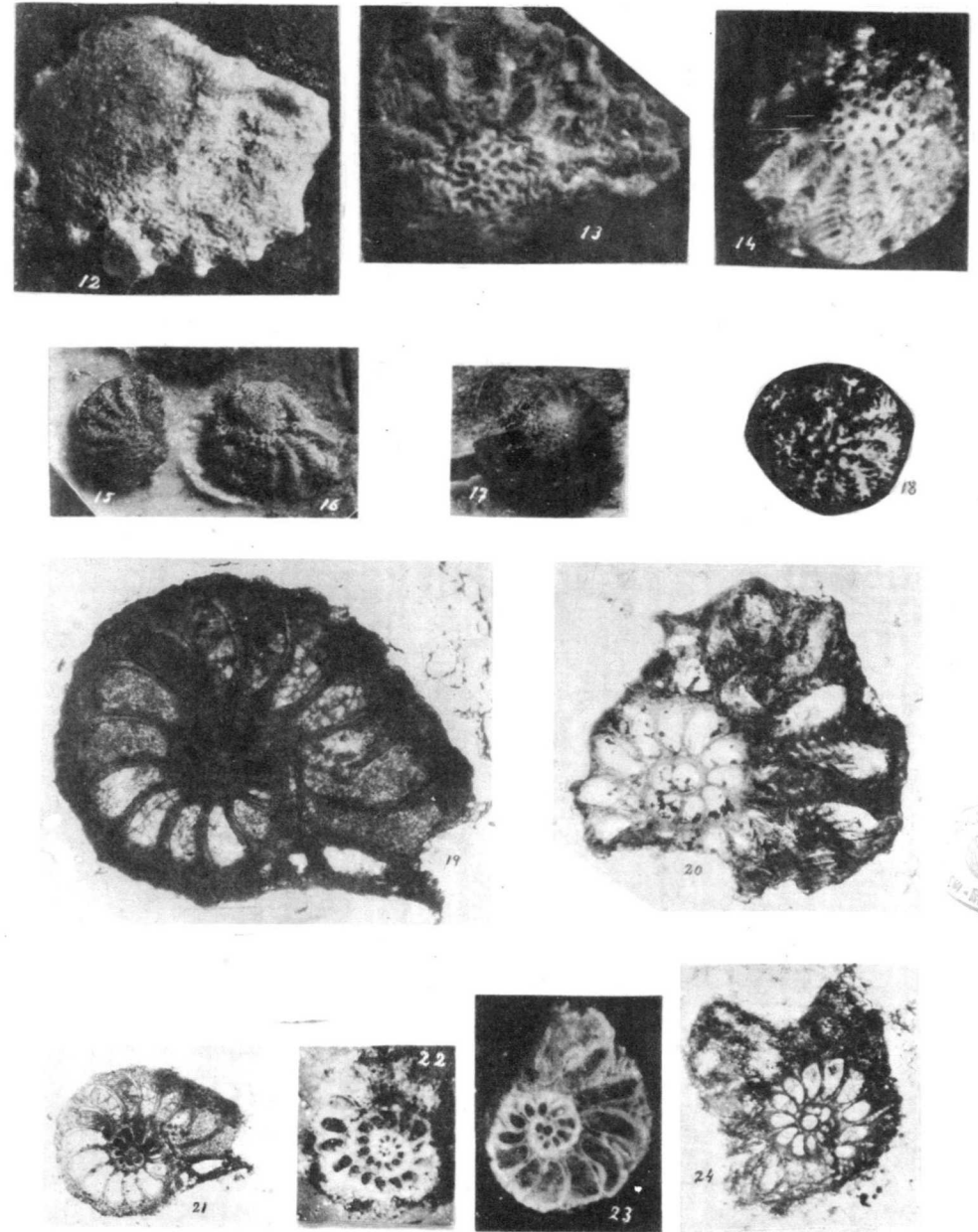
Núms. 19, 21. El mismo ejemplar con distintos aumentos (35 y 16), más desgastadas el 19. Sección ecuatorial de *L. Vallensis* n. sp. Véase cómo las porciones fronterizas de las cámaras no forman verdadera espira, quedando independiente en todo su trayecto (Campaya).

Núm. 20. Sección medía ecuatorial de *L. Vallensis* n. sp. de Molino de Arrillaga, $\times 28$. Mostrando muy claramente la cámara inicial de forma gamonte y la segunda arriñonada y el origen de los canales del sistema suplementario.

Núms. 22, 23, 24. Secciones ecuatoriales de *L. Vallensis* (24) y *L. Yarzai* (22, 23), mostrando las cámaras iniciales y los espacios interseptales (Punta de Izustarri).



Fotografías del autor



Fotografías del autor

Sobre un microforaminífero terciario desconocido en España
 por M. Ruiz de Gaona, Sch. P.

DATOS PARA EL ESTUDIO
DE LA MICROFAUNA DE MARRUECOS

POR

J. DE LIZAUR Y ROLDAN

Ingeniero de Minas

J. DE LIZAUR Y ROLDAN

Ingeniero de Minas

DATOS PARA EL ESTUDIO DE LA MICROFAUNA DE MARRUECOS

Durante los trabajos de campo en la Región Oriental de nuestra Zona de Protectorado en Marruecos, recogiendo datos para la confección geológica de las Hojas en escala 1:50.000 de Zeluán y Kandusi, me tropecé con la falta de fósiles para determinar la edad de las formaciones horizontales terciarias que el insigne Ingeniero de Minas don Alfonso del Valle había clasificado como miocenas, determinando dos niveles: el superior calizo y margoso, y el inferior arcilloso. Por semejanzas estratigráficas y litológicas con otras formaciones vecinas, les consideré, respectivamente, saheliense y vindoboniense.

Al tener que limitar con detalle los diferentes terrenos, fué necesario hacer la separación de las arcillas pliocenas y miocenas, y recurrí al estudio con microscopio.

Las muestras recogidas fueron convenientemente lavadas y tamizadas hasta que quedaron libres de arcilla. Estudiadas las preparaciones con microscopio biocular y luz reflejada, fueron determinadas las composiciones de las arenas y clasificados los microfósiles encontrados.

En las arcillas pliocenas del cauce del río Tegaud, en los alrededores de Monte Arruit, se encontraron restos inclasificables de foraminíferos y unos moldes internos de pequeños *Helix*. Las arenas de la preparación eran todas de granos de caliza blanca bastante dura.

De las arcillas del vindoboniense se estudiaron varias muestras; la más interesante es la recogida en las inmediaciones del asomo andesítico de Buxdar, en el límite oriental de la Hoja de El Gareb. Por encontrarse próximas al asomo no estaban horizontales y tenían algunos plegamientos suaves.

Las arenas de la preparación están compuestas por granos de: cuarzo transparente, caliza, yeso cristalizado y cristales de turmalina y olivino; hay también algunos trozos de hematites roja. El tamaño varía entre 0,4 y 5 mm., dominando los de diámetro pequeño.

La fauna encontrada en su conjunto la clasifico como mioceno, atendiendo sobre todo a la presencia de la *Textularia*, que en los trabajos de la Región de Larache tengo considerada como característica de este piso. Las otras especies son más abundantes en el cretáceo superior de América (Venezuela, Texas), pero llegan al plioceno.

Dominan por su número los *Robulus*, pero destacan por la igualdad del tamaño y composición de los granos de los caparzones y por su igual color amarillo-rojizo las especies arenáceas insolubles en ácido clorhídrico, *Haplophragmoides excavata* Cush. y Waters., *Ammobaculites* sp., Cush. y la *Trochammina diagonis*, Carsey.

Para la clasificación por familias he seguido el orden de Cushman, edición de 1933.



Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4



Fig. 5



Fig. 6

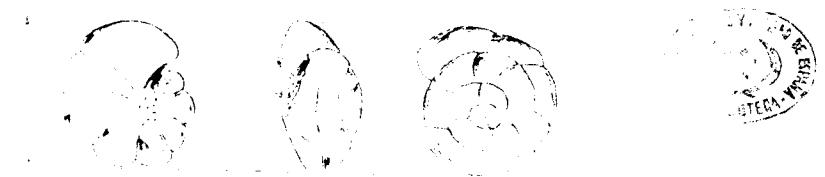


Fig. 7

Familia LITUOLIDAE

SUBFAMILIA HAPLOPHRAGMIINAE

Haplophragmoides Excavata, Cush y Wat. (Fig. 1).

Concha planoespiral, arrollamiento simétrico, en estos individuos deformados por presión. Las cámaras de la última vuelta están individualizadas, porción central deprimida, así como los bordes externos de cada cámara. Concha arenácea con grandes granos de cuarzo firmemente cimentados con poco cemento silíceo, color amarillo rojizo. La abertura y las suturas de las cámaras están enmascaradas con los granos de arena. Se encontraron cuatro individuos.

Ammobaculites sp. Cush (Fig. 2).

En el único individuo encontrado se ven únicamente las cámaras arrolladas en espiral cerrada que corresponden a la primera fase del desarrollo. No ha llegado a estado adulto y le faltan, por lo tanto, las cámaras de la serie lineal. Concha arenácea con granos grandes de cuarzo con cemento silíceo, color amarillo-rojizo. No se distinguen la abertura ni las suturas de las cámaras, aunque éstas pueden contarse en número de 6.

Familia TEXTULARIIDAE

SUBFAMILIA TEXTULARIINAE

Textularia sp., Def. (Fig. 3).

Concha alargada; únicamente están claras las dos últimas cámaras; el resto no tiene separación unas de otras.

Muro finamente arenáceo. Abertura alargada cerca del borde interno de la última cámara.

Esta especie la consideramos como característica del mioceno en las formaciones margo-arcillosas de la Región de Larache.

Familia TROCHAMMINIDAE

SUBFAMILIA TROCHAMMININAE

Trochammina Diagonis, Carsey (Fig. 4).

Concha trocoide, todas las cámaras visibles en el lado dorsal, en el lado ventral sólo las de la última vuelta. Pared arenácea de grano grueso, con quitina en la parte interior, color amarillo-rojizo.

En esta especie, como en todas las arenáceas que estoy describiendo, no se ven las suturas del caparazón quitinoso por estar cubiertas por los granos pegados al muro externo.

Familia LAGENIDAE

SUBFAMILIA NODOSARIINAE

Robulus sp., Monfort. (Fig. 5 y 6).

Se presentan dos especies de este género, que son las más abundantes de la preparación, pues pasan de 30 individuos los separados. Los caracteres generales son los mismos, y la única diferencia es que el borde carenal, que en una es liso, en la otra tiene cuatro espinas regularmente repartidas.

Concha planoespiral, simetría bilateral, cinco cámaras en la última vuelta, borde carenal transparente, muro vítreo.

Abertura redondeada con unas estrías en el borde de la última cámara.

Familia ROTALIIDAE

SUBFAMILIA ROTALIINAE

Rotalia sp., Lam. (Fig. 7).

Los dos individuos encontrados son de caparazón trocoide, con ocho cámaras en el lado ventral; en el dorsal se ven todas las cámaras, área umbilical cerrada con granulaciones del mismo material calizo del caparazón; suturas limbadas en el lado dorsal y deprimidas en el ventral, individualizándose las cámaras cerca del área umbilical. Abertura visible en el lado ventral, entre la periferia y el ombligo.

**NOTA SOBRE UNOS CRIADEROS DE
MANGANESO EN EL VALLE DEL RIO
DE ORO (MELILLA)**

POR

J. DE LIZAUR Y ROLDAN

Ingeniero de Minas

JUAN DE LIZAUR Y ROLDAN
Ingeniero de Minas

NOTA SOBRE UNOS CRIADEROS
DE MANGANESO EN EL VALLE DEL RIO DE ORO
(MELILLA) (*)

Entre el cortejo de minerales que acompañan o siguen a toda erupción volcánica, el manganeso es uno de los que con más frecuencia se presenta, bien solo o acompañando al hierro. La forma más frecuente es la MnO_2 , pirolusita, más o menos hidratada.

Cuando el mineral está en relación con rocas eruptivas, puede considerarse formado por sustituciones hidrotermales consecutivas a las erupciones volcánicas.

En este caso que nos ocupa, lo interesante es que la pirolusita se presenta en tres tipos de criaderos distintos, relacionados entre sí y formados sucesivamente cada uno a expensas del anterior.

- 1.—Criadero filoniano.
- 2.— » de impregnación.
- 3.— » sedimentario.

(*) Por estar concedido un permiso de investigación me abstengo en esta breve Nota del estudio económico e industrial, dedicándome exclusivamente a la génesis del criadero.

1.—*Criadero filoniano.*

En el barranco que por el Sur limita la concesión, afloran y han sido puestos al descubierto por labores de reconocimiento, una red de filones, en la que destaca uno principal de dirección N. - 60° - O., vertical y que se le sigue en toda la ladera, desde el cauce del río de Oro a la cumbre de la meseta de Yrgueman. A un lado y otro de este filón principal hay otros más pequeños de la misma dirección y también verticales. Forman un conjunto dando una potencia total de 1,40 metros.

Los filones cortan normalmente a las corridas de lavas de los volcanes del Gurugú.

Durante el enfriamiento de las rocas de la chimenea volcánica y al buscar en sus contracciones un asiento definitivo, se produjeron grietas, y por estas grietas se verificó la circulación de magmas, dando lugar a la mineralización de los filones, mineralización que es posterior a todas las emisiones de lava.

2.—*Criadero de impregnación.*

Al ir ascendiendo los magmas por las grietas de contracción normales a las coladas de lava, fueron estando en contacto con todas ellas, y según su mayor o menor porosidad o constitución dejarían, o no, penetrar los magmas, produciéndose su impregnación y dejando depósitos minerales como consecuencia de esa circulación.

En el corte adjunto vemos que la colada metalizada está compuesta de una brecha volcánica que tiene los intersticios de sus cantos rellenos de pirolusita. Esta colada está comprendida entre otras dos más duras y menos porosas que forman el techo y el muro del criadero.

Este criadero de impregnación está formado a expensas de la red filoniana que lo atraviesa.

3.—*Criadero sedimentario.*

Posteriormente vino un proceso de erosión y denudación, y al encontrar el barranco del río de Oro, en su continuo trabajo de erosión, a la colada mineralizada, empieza a arrastrar los óxidos de manganeso que, al llegar al mar, se depositaron, dando, con su acumulación, lugar a un yacimiento sedimentario formado en los periodos de transgresión.

La concentración se efectuó al mismo tiempo que el depósito de los aportes terrígenos, en fondos de mares costeros poco profundos. Estos depósitos destacan perfectamente en los escarpes de la ladera derecha del río de Oro, frente a la Mezquita nueva de Tiza.

En el conjunto de esta formación sedimentaria las distintas clases de rocas que la constituyen indican que se trata de una serie de depósitos en un mar pleistoceno, en el que los materiales variaban de composición según las coladas de que procedían, y éstas, a su vez, de la influencia de las erupciones, intensidad, clase de magmas, etc., etc.

Toda la estratificación está horizontal y se sigue perfectamente en las laderas del río.

Llama a primera vista mucho la atención el que en la ladera izquierda del río no aflore la capa manganesífera de la ladera derecha, y esto, a mi juicio, es debido a que, al estar más lejos del cono volcánico, no llegaron a ella dentro del mar los aportes más pesados, estableciéndose dentro del agua una clasificación por densidades, quedando los óxidos de manganeso próximos e inmediatos a la costa.

Al mismo tiempo, el cauce del río de Oro abierto en la formación pleistocena, indica una zona de fácil socavación

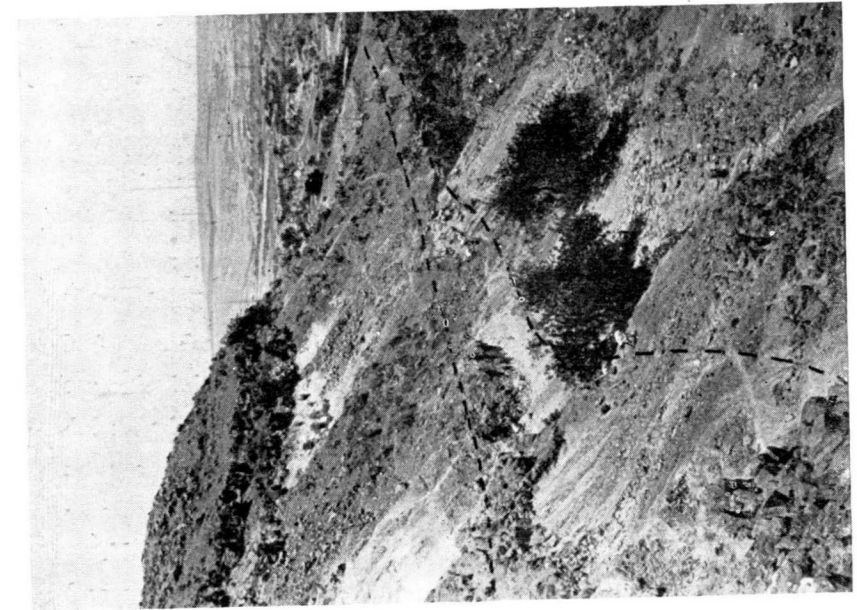
o sea que en el mismo estrato había una diferenciación de dureza en sentido horizontal, y esta solución de continuidad dió facilidades al río para seguir por ella e irse adaptando al contacto. También confirma esta distinta dureza la topografía del terreno, pues mientras la margen derecha es abrupta y forma acantilados, la izquierda es tendida y sube suavemente.

En la actualidad se realizan reconocimientos que permitirán conocer mejor tan interesante conjunto.

De lo estudiado hasta ahora, permite deducir que el criadero más interesante, desde el punto de vista industrial, es el de impregnación, del que sus propietarios llevan extraídas algunas cantidades de mineral.



Filones normales a las corridas de lava.

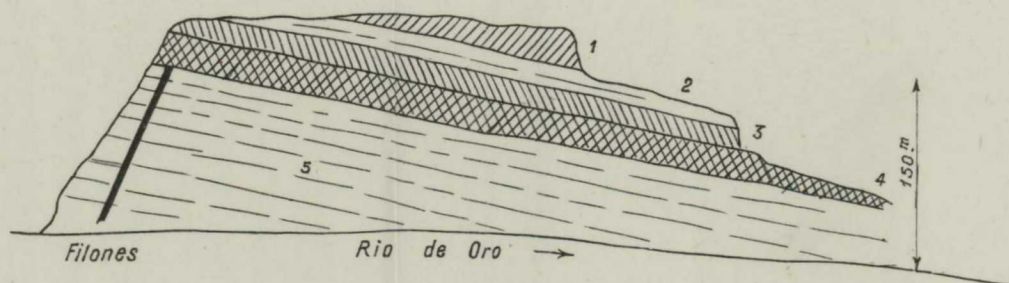


Impregnación en la capa basáltica.

CORTE DE LOS CRIADEROS FILONIANO Y DE IMPREGNACIÓN

S.

N.

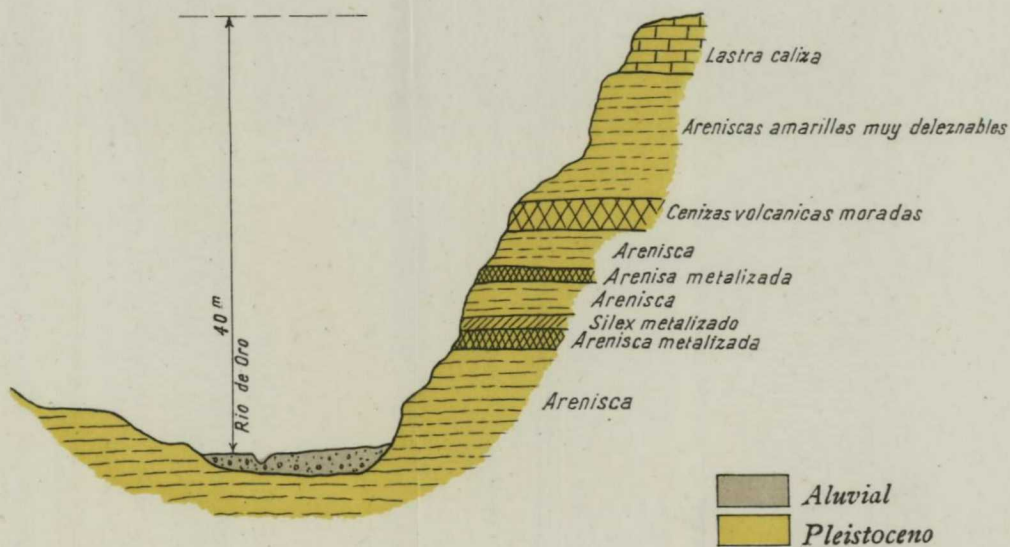


1. Colada de basalto
2. — de cenizas blanca-grisáceas impermeables
3. — de basalto (techo del criadero)
4. — de brecha volcánica mineralizada
5. Coladas inferiores recubiertas por derrubios

MANGANESOS DE RÍO DE ORO CORTE DEL CRIADERO SEDIMENTARIO

O.

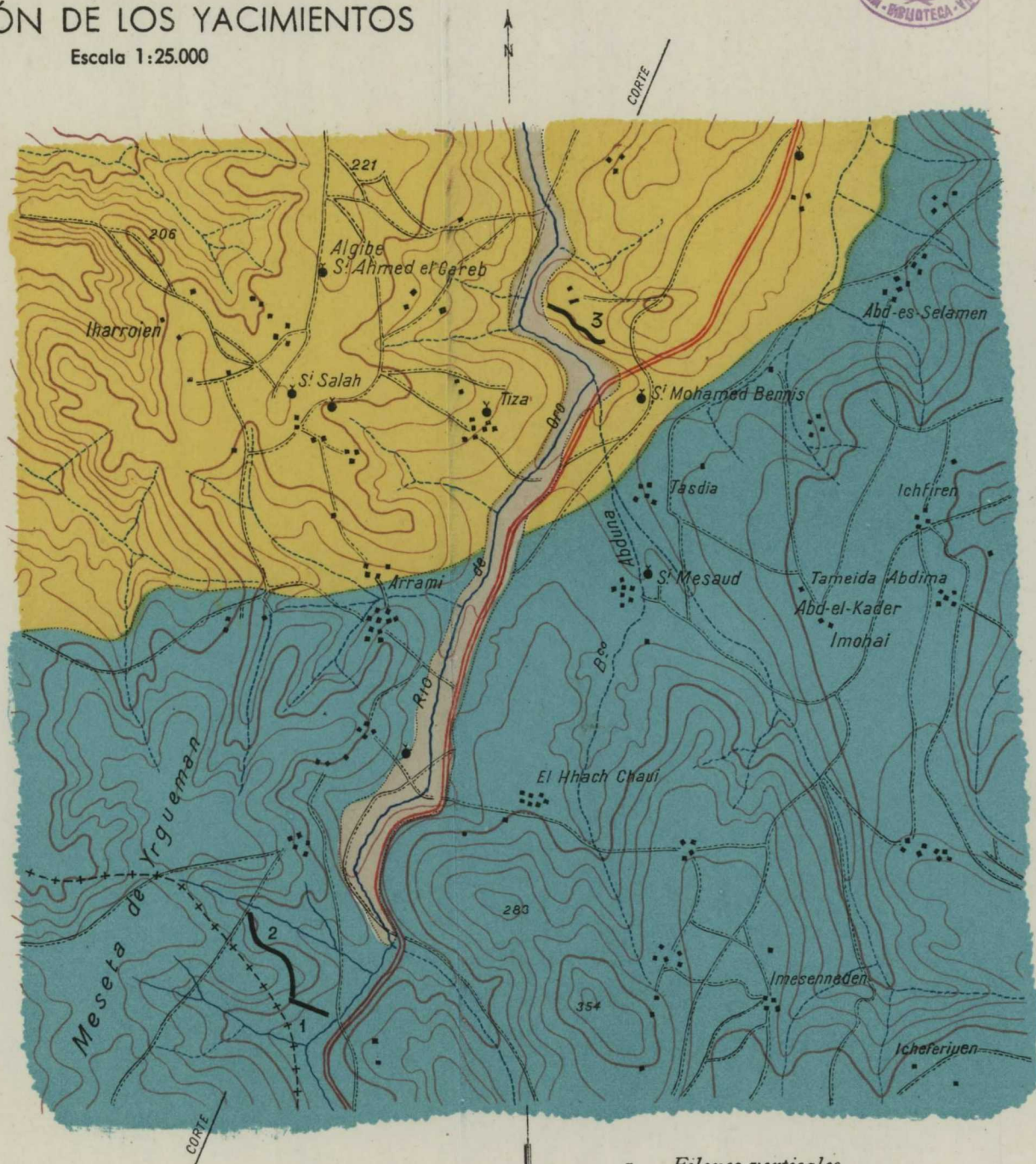
E.



MANGANESOS DE RÍO DE ORO

SITUACIÓN DE LOS YACIMIENTOS

Escala 1:25.000



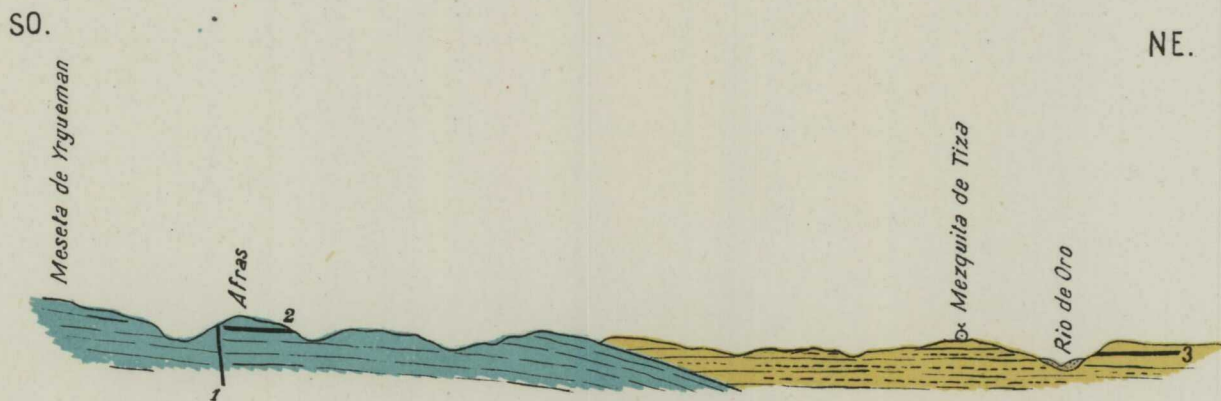
- 1 Filones verticales
- 2 Manto de lavas mineralizado
- 3 Depósitos modernos mineralizados




Aluvial
Pleistoceno
Basaltos

MANGANESOS DE RÍO DE ORO

CORTE RELACIONANDO LOS DISTINTOS CRIADEROS

Escala 1:25.000



-  Aluvial
-  Pleistoceno
-  Mantos de lava

- 1. Criadero filoniano
- 2. — de impregnación
- 3. — sedimentario.

**COMPOSICION ELEMENTAL,
POR METODOS ESPECTRALES, DE LAS
ANTIMONITAS**

POR

JOSEFINA PEREZ MATEOS

y

M.^a TERESA GARATE COPPA

JOSEFINA PÉREZ MATEOS y M.^a TERESA GÁRATE COPPA

COMPOSICION ELEMENTAL, POR METODOS ESPECTRALES, DE LAS ANTIMONITAS

RESUMEN

En este trabajo se hace un estudio de los elementos que como impurezas acompañan al sulfuro de antimonio, para aportar datos a la investigación genética de los sulfuros en general. En él se hace un estudio espectroquímico de 34 muestras de antimonitas, y vista la frecuencia de cada elemento reconocido en ellas, se llegan a establecer las conclusiones que al final se exponen.

Este trabajo que hoy damos a conocer, entra dentro del círculo que contiene una serie de publicaciones que fueron iniciadas por el Instituto Geológico y Minero de España, y que tiene como finalidad el *estudio elemental comparado* de todos los *sulfuros metálicos*, como consecuencia del análisis espectroquímico de los mismos. Están publicados los correspondientes al plomo (1), cinc (2) y mercurio (3), hallándose en estudio los que se refieren a las platas rojas.

Aportamos los datos que nos ha proporcionado el estudio químico de las antimonitas por métodos espectrales, aplicados a 34 muestras, de ellas 32 son de localidades españolas y dos extranjeras, cuyos detalles de procedencia se consignan en el cuadro de resultados. Dichas muestras fueron facilitadas todas ellas por el Museo Nacional de Ciencias

Naturales, las cuales fueron convenientemente seleccionadas para reducir al mínimo la influencia de la ganga, tomándose de los ejemplares, en esquirlas de un gramo aproximadamente, que se reservaron en bolsitas independientes con sus datos de procedencia.

TECNICA ESPECTROQUIMICA

La resumiremos brevemente, ya que es la practicada en la Escuela Española de Espectroquímica y ha sido seguida en los estudios espectroquímicos de las galenas, blendas y cinabrios publicados con anterioridad a nuestro trabajo.

Se procedió primeramente a la porfirización de las muestras, a menos de 120 mallas, con el fin de evitar la decrepitación al volatilizarlas en el arco, guardando los polvos obtenidos en pequeños tubos numerados.

Hemos seguido el *método espectroquímico semicuantitativo aproximado por comparación visual*, que ofrece ciertas ventajas conocidas, entre ellas el poder operar con muy poca sustancia, la gran rapidez en la interpretación y valoración de las rayas de los espectrogramas, deduciendo la proporción aproximada de los elementos, por la persistencia de rayas y densidad de ennegrecimiento (comparando los espectrogramas con series obtenidas de los mismos elementos químicos cuya valoración se busca), y los cuales se hallan en cantidades decrecientes de 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} ... etc., hasta el límite de sensibilidad. Este método nos permite la determinación semicuantitativa de aquellos elementos que entran en muy pequeñas proporciones, no siendo necesario para el fin propuesto en nuestro estudio una mayor exactitud que la que nos proporciona la comparación visual de los espectrogramas de las antimonitas con los de las escalas anterior-

mente dichas, ya que sabemos por comprobación experimental que en un mismo criadero, y aún en los distintos ejemplares que en él están juntos, los elementos químicos están distribuidos cuantitativamente de forma irregular.

Operamos con 0,05 gr. de polvo mineral, que depositamos en el cráter del electrodo inferior positivo, volatilizando en el arco eléctrico, utilizando electrodos de carbón purísimo, pues sabido es la importancia que en el análisis espectral tiene la calidad de los carbones usados como electrodos auxiliares, así como su diámetro, el cual fué de seis milímetros, y el cráter en ellos horadado de cuatro milímetros de diámetro, igual a su profundidad.

Conseguimos la volatilización total mineral con una duración de cuatro minutos, y utilizando una corriente continua de 220 voltios, con una resistencia intercalada en serie de 30 ohmios, la intensidad es de cinco amperios al iniciarse el arco.

La toma de la fotografía la efectuamos con una exposición que dura el tiempo suficiente para conseguir la volatilización total de la sustancia desde que se inicia el arco, evitándose así los posibles errores debidos a destilaciones fraccionadas.

El espectrógrafo utilizado para estos análisis fué un Hilger, tipo Litrow, con óptica de cuarzo, y la zona estudiada fué de 2.300 a 3.600 Å utilizando película Kodak Sheet Film.

El revelado se efectuó a fondo con hidroquinona, durante tres minutos y a 18° de temperatura.

CONSIDERACIONES ESTADISTICAS

Tratándose de investigar la existencia de cada elemento químico en una muestra de mineral, para deducir por su fre-

cuencia las impurezas que le acompañan, interesa mucho aquel método de análisis, para el cual la sensibilidad del elemento es mayor. Todos los minerales sabemos que pueden tener elementos extraños a los de su composición, pudiendo aquéllos encontrarse simplemente alojados en la masa del mineral o bien haberse llevado a cabo en el edificio cristalino del mismo, una sustitución átomo a átomo, a causa de cumplir dichos átomos idénticas condiciones físico-químicas.

Entre todos los métodos que actualmente se siguen para poner de manifiesto los elementos que impurifican una mena, elegimos por su sensibilidad el método espectroquímico, ya que todos los métodos químicos ordinarios que se emplean para descubrir estos elementos, que como impurezas se encuentran a veces en cantidades muy pequeñas, carecen de la suficiente sensibilidad. Para apreciar la ventaja del estudio de las antimonitas por el método espectroquímico empleado y descrito anteriormente, hemos revisado la bibliografía referente al análisis de las antimonitas.

Consultados los análisis publicados, vemos que Hintze ha hallado los siguientes elementos: Au, Pb, Cu, Zn, Fe, Si, Bi, As, Co, Te, S, y Doelter da, en los análisis realizados hasta el año 1926 por vía química, como elementos que impurifican al sulfuro de antimonio, los siguientes: Cu, Pb, Zn, Fe, Ag, Au, Ca, Ba, Sr, Co y Si.

En bibliografía consultada posterior a la fecha indicada no hemos hallado citas de elementos distintos a los mencionados, a excepción del Ni, reconocido en una antimonita procedente del Este de Turingia (9).

En un trabajo de Frederikc (1942), publicado en Cng. Mining J. 143, 9, 62, 33, al dar las características de los minerales de antimonio cita como impurezas halladas por análisis

químico los elementos: As, Cu, Pb, Zn, citados todos ellos con anterioridad.

En nuestros análisis hemos podido reconocer, en distintas antimonitas de las 34 muestras estudiadas, todos los elementos reseñados anteriormente, a excepción del Ba y Co, habiendo encontrado además los siguientes elementos de los que no hemos hallado citas en las antimonitas:

Mg, Mn, Al, Sn, Na, Mo, Ti, In, Ga y V.

Todos estos análisis efectuados con métodos de gran sensibilidad, nos vienen a confirmar una vez más, el que los minerales muy rara vez son compuestos químicos puros y que la sustitución isomórfica es muy frecuente en ellos.

Al establecer consideraciones estadísticas sobre las posibles impurificaciones del mineral, hemos de tener en cuenta, para cada elemento químico, dos datos de gran interés: uno que representa su «abundancia relativa», o sea la proporción en que se encuentra en la corteza terrestre, y el otro, la «sensibilidad», según el método empleado de análisis; cada elemento tiene una sensibilidad característica respecto al método de detección empleado, y así, cuanto menor sea dicha sensibilidad espectroquímica, menos probable resulta el que lo hallemos como impureza en un determinado mineral. En cuanto al dato primero de su abundancia en la corteza terrestre, su interés es bien visible, ya que cuanto menor sea la proporción en que se halle, menor será también la proporción en que se encuentra como impureza en cada mineral.

En el adjunto estado damos a conocer: en la primera columna, los símbolos de los elementos químicos que dan espectro de rayas, siguiendo la técnica operatoria descrita, en la zona en que estudiamos los sulfuros naturales. En la

segunda columna figuran las proporciones en que dichos elementos se encuentran en la corteza terrestre; en la tercera exponemos la sensibilidad espectroquímica de los mismos con la técnica que hemos empleado; en la cuarta columna figura la frecuencia, por cientos, de la existencia del elemento respectivos en 720 galenas, 133 blendas, 67 cinabrios y 34 antimonitas en las que hemos determinado 25 elementos, incluido el antimonio.

CUADRO NÚM. I

Estado comparativo de las frecuencias en galenas, blendas, cinabrios y antimonitas de los distintos elementos de la corteza terrestre

Elementos	Contenido en la corteza terrestre	Sensibilidad espectroquímica en 0,05 g.	FRECUENCIA % EN			
			720 galenas	133 blendas	67 cinabrios	34 antimonitas
Ag.....	$6 \cdot 10^{-8}$	10^{-6}	99	89	69	76
Al.....	$7,5 \cdot 10^{-2}$	10^{-4}	12	5	75	88
As.....	$4,8 \cdot 10^{-6}$	10^{-3}	5	11	85	5
Au.....	$6 \cdot 10^{-9}$	10^{-4}	0,8	2	1,5	—
Ba.....	$4,0 \cdot 10^{-4}$	10^{-4}	14	3	9	—
Be.....	$5 \cdot 10^{-6}$	10^{-7}	3	1	—	—
Bi.....	$3 \cdot 10^{-8}$	10^{-6}	20	9	22	2
Ca.....	$3,39 \cdot 10^{-2}$	10^{-4}	19	8	63	76
Cd.....	$4 \cdot 10^{-7}$	10^{-4}	19	90	45	—
Ce.....	$2 \cdot 10^{-5}$	10^{-4}	—	—	—	—
Co.....	$1,2 \cdot 10^{-5}$	10^{-4}	11	17	24	—
Cr.....	$3,8 \cdot 10^{-3}$	10^{-4}	1	—	18	5
Cu.....	$1,0 \cdot 10^{-4}$	10^{-4}	38	45	98	76
Dy.....	$4,5 \cdot 10^{-6}$	10^{-4}	—	—	—	—
Eu.....	$1,5 \cdot 10^{-7}$	10^{-4}	—	—	—	—
Fe.....	$5,05 \cdot 10^{-2}$	10^{-5}	38	42	95	70
Ga.....	$2 \cdot 10^{-7}$	10^{-5}	13	53	—	2
Gd.....	$4,5 \cdot 10^{-6}$	10^{-4}	—	—	—	—
Ge.....	$1 \cdot 10^{-6}$	10^{-6}	4	43	6	—
Hf.....	$2,5 \cdot 17^{-5}$	10^{-4}	—	—	—	—
Hg.....	$3 \cdot 10^{-8}$	10^{-4}	0,3	21	100	—
Ho.....	$7 \cdot 10^{-7}$	10^{-5}	—	—	—	—
In.....	$1 \cdot 10^{-7}$	10^{-6}	21	43	—	8
Ir.....	$2 \cdot 10^{-8}$	10^{-4}	—	—	—	—

CUADRO NÚM. II

Número de la muestra	PROCEDENCIA	ELEMENTOS CALCOFILOS														ELEMENTOS LITOFILOS											ELEMENTOS SIDEROFILOS						
		Ag	As	Au	Bi	Cd	Cu	Ga	Ge	Hg	In	Pb	Sn	Te	Zn	Al	Ba	Be	Ca	Na	Li	Mg	Mn	Si	Sr	Ti	V	Co	Fe	Mo	Ni	Cr	
1.701	Congostrina (Guadalajara).....	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-
1.702	Viso del Marqués (Ciudad Real).....	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-
1.703	Montes de Oca (Pontevedra).....	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.704	Bolaño (Lugo).....	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.705	Sierra de Horanchos (Badajoz).....	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
1.706	Biobra (Orense).....	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
1.707	Valencia de Alcántara (Cáceres).....	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-
1.708	Setcasas (Gerona).....	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
1.709	Dobres (Santander).....	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
1.710	Zamora.....	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
1.711	Sta. Cruz de Mudela (Ciudad Real).....	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
1.712	Los Arenales (Sierra de Córdoba).....	+	-	-	+	-	+	-	-	-	+	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
1.713	Riomonte (León).....	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-
1.714	Losacio (Zamora).....	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
1.715	Villafranca del Bierzo (León).....	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-
1.716	Pola de Lena (Asturias).....	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
1.717	Chantada (Lugo).....	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
1.718	Cervantes (Lugo).....	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
1.719	Jaén.....	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
1.720	Maraña (León).....	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
1.721	Sangullo (Lugo).....	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
1.722	Sierra de Cartagena (Murcia).....	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
1.723	Sta. Eufemia (Córdoba).....	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
1.724	San Pablo de Muradella (Lugo).....	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-
1.725	La Bodega (Guadalajara).....	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
1.726	Potes (Santander).....	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
1.727	Mina del Moro Valiente (Ceuta).....	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-
1.728	Almuradiel (Ciudad Real).....	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+
1.729	Benasque (Huesca).....	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
1.730	Losacio (Zamora) var. hojosa.....	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
1.731	Trujillo (Cáceres).....	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-
1.732	Bosoba (Palencia).....	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
1.733	Montignac (Francia).....	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
1.734	Talpan (Méjico).....	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-



Elementos	Contenido en la corteza terrestre	Sensibilidad espectroquímica en 0,05 g.	FRECUENCIA % RN			
			720 galenas	133 blendas	67 cinabrios	34 antimonitas
K.....	$2,4 \cdot 10^{-2}$	10^{-3}	—	—	10	—
La.....	$4,5 \cdot 10^{-6}$	10^{-3}	—	—	—	—
Li.....	$4 \cdot 10^{-5}$	10^{-4}	1	1	1,5	—
Lu.....	$9 \cdot 10^{-7}$	10^{-6}	—	—	—	—
Mg.....	$1,93 \cdot 10^{-2}$	10^{-5}	21	10	87	100
Mn.....	$9,0 \cdot 10^{-4}$	10^{-4}	24	28	66	88
Mo.....	$7,5 \cdot 10^{-6}$	10^{-5}	3	4	28	14
Na.....	$2,63 \cdot 10^{-2}$	10^{-4}	1	—	22	11
Nb.....	$6 \cdot 10^{-7}$	10^{-3}	—	—	—	—
No.....	$1,2 \cdot 10^{-5}$	10^{-3}	—	—	—	—
Ni.....	$1,8 \cdot 10^{-4}$	10^{-5}	12	2	18	29
Os.....	$4 \cdot 10^{-8}$	10^{-3}	—	—	—	—
P.....	$1,2 \cdot 10^{-3}$	10^{-2}	—	—	3	—
Pb.....	$3 \cdot 10^{-5}$	10^{-6}	100	94	79	82
Pd.....	$5 \cdot 10^{-8}$	10^{-4}	—	—	—	—
Pr.....	$3,5 \cdot 10^{-6}$	10^{-3}	—	—	—	—
Pt.....	$5 \cdot 10^{-8}$	10^{-5}	0,6	—	—	—
Rb.....	$3,5 \cdot 10^{-5}$	10^{-1}	—	—	1,5	—
Rh.....	$1 \cdot 10^{-8}$	10^{-4}	—	—	—	—
Ru.....	$4 \cdot 10^{-8}$	10^{-3}	—	—	—	—
Sb.....	$3 \cdot 10^{-7}$	10^{-4}	84	40	58	100
Sc.....	$6 \cdot 10^{-6}$	10^{-5}	—	—	—	—
Si.....	$25,3 \cdot 10^{-2}$	10^{-5}	24	15	52	44
Sm.....	$4,5 \cdot 10^{-6}$	10^{-4}	—	—	—	—
Sn.....	$6 \cdot 10^{-6}$	10^{-6}	45	57	10	26
Sr.....	$2,0 \cdot 10^{-4}$	10^{-3}	9	1	—	2
Ta.....	$2 \cdot 10^{-7}$	10^{-4}	—	—	—	—
Tb.....	$7 \cdot 10^{-7}$	10^{-4}	—	—	—	—
Te.....	$1 \cdot 10^{-8}$	10^{-2}	—	—	—	—
Th.....	$1,2 \cdot 10^{-5}$	10^{-4}	—	—	—	—
Ti.....	$8,7 \cdot 10^{-3}$	10^{-5}	10	4	70	14
Tl.....	$1 \cdot 10^{-7}$	10^{-5}	8	3	—	—
Tu.....	$7 \cdot 10^{-7}$	10^{-5}	—	—	—	—
U.....	$4,2 \cdot 10^{-6}$	10^{-4}	—	—	—	—
V.....	$1 \cdot 10^{-4}$	10^{-6}	3	2	34	2
W.....	$5 \cdot 10^{-6}$	10^{-3}	0,6	—	4	—
Y.....	$7 \cdot 10^{-5}$	10^{-3}	—	—	—	—
Yo.....	$3,5 \cdot 10^{-6}$	10^{-6}	—	—	—	—
Zu.....	$1,7 \cdot 10^{-4}$	10^{-3}	40	100	33	55
Zr.....	$2,3 \cdot 10^{-4}$	10^{-4}	0,3	—	7	—

RESULTADOS DE LOS ANALISIS ESPECTRO- QUIMICOS

En el cuadro núm. 2, que exponemos a continuación, agrupamos los resultados obtenidos en el análisis espectroquímico de las 34 muestras de antimonitas estudiadas.

En las columnas de los elementos químicos se hallan éstos ordenados, de acuerdo con la clasificación de Goldsmith, en calcófilos, litófilos y siderófilos, y dentro de cada uno de estos tres grupos siguen los símbolos de los elementos un orden alfabético.

Oscilan las proporciones en que hemos encontrado los elementos expuestos en el cuadro anterior, dentro de los siguientes límites, obtenidos de las valoraciones espectroquímicas semicuantitativas para 0,05 grs. de muestra:

Ag.....	de 10^{-5} a 10^{-6}
As.....	$> 10^{-5}$
Cu.....	de 10^{-3} a 10^{-4}
In.....	de 10^{-5} a 10^{-6}
Pb.....	de 10^{-2} a 10^{-4}
Sn.....	de 10^{-3} a 10^{-6}
Zn.....	de 10^{-2} a 10^{-4}
Mn.....	de 10^{-2} a 10^{-4}
Ti.....	10^{-5}
V.....	10^{-5}
Mo.....	de 10^{-4} a 10^{-6}
Ni.....	de 10^{-4} a 10^{-6}
Cr.....	10^{-4}
Fe, Al, Mg.....	$> 10^{-2}$

Estos elementos y los suprimidos Ca y Si, por encontrarse en más de un 1 por 100 en la corteza terrestre, siempre dan las rayas, incluyendo también en ellos al Ti con su contenido cercano al 10^{-2} .

CONSIDERACIONES SOBRE LOS ELEMENTOS ENCONTRADOS

Ag-plata.—A pesar de la pequeña sensibilidad espectroquímica de este elemento, lo hemos hallado en 26 muestras, lo que representa un 76 por 100 de las analizadas y ocupa el cuarto entre los reconocidos. El contenido en plata parece indicar que depende en cierto modo del contenido Cu y Pb.

As-arsénico.—Es espectroquímicamente un elemento muy poco sensible, por lo cual puede haber pasado desapercibido en alguna muestra de las analizadas siguiendo nuestra técnica, pues se le reconoce mejor que cualquier procedimiento químico. Nosotras lo hemos hallado solamente en dos muestras.

Bi-bismuto.—Sólo hemos visto sus rayas en un ejemplar, el núm. 1.712, procedente de Los Arenales (Sierra de Córdoba), en la proporción de 10^{-4} .

Cu-cobre.—Hemos comprobado la existencia de las rayas del cobre en 26 espectrogramas, que representan un 76 por 100 de los estudiados, presentando la misma frecuencia que la plata en las antimonitas analizadas y ocupando, como ésta, el cuarto lugar entre los elementos, que, por nuestra marcha espectroquímica, consideramos frecuentes en las antimonitas.

Ga-galio.—Solamente en un ejemplar procedente de Almuradiel (Ciudad Real), núm. 1.728, hemos encontrado dicho elemento en cantidades sensibles espectroquímicamente, en cantidad de 10^{-5} .

In-indio.—Este elemento ha sido hallado en tres de las muestras analizadas, las cuales también contenían estaño, observación de interés ya que según se vió al estudiar los mi-

nerales de plomo (1) y se comprobó al estudiar las blendas (2), «aparentemente, la presencia del indio está relacionada con la del estaño».

Pb - plomo.—Es otro de los elementos que con más frecuencia hemos encontrado en las antimonitas, pues está contenido en 28 de las analizadas, lo que representa un 82 por 100, ocupando el tercer lugar entre los elementos encontrados.

Sn - estaño.—Elemento de menor sensibilidad que el anterior, pues su sensibilidad espectroquímica es media. Nosotras lo hemos hallado en nueve muestras, con lo que ocupa el noveno lugar entre los elementos que impurifican a las antimonitas y representa el 26 por 100 de las estudiadas.

Zn - zinc.—De sensibilidad mediana, este elemento aparece en 19 de las muestras analizadas, lo que equivale a una frecuencia de un 55 por 100, ocupando el sexto lugar.

Al - aluminio.—Elemento de una gran sensibilidad, habiéndolo encontrado en 30 ejemplares, ocupando con el Mn el segundo lugar entre los que impurifican a las antimonitas, y está contenido en el 88 por 100 de las muestras.

Ca - calcio.—Hemos encontrado este elemento, que es muy sensible, en 26 de las muestras estudiadas, que representan el 76 por 100, ocupando el cuarto lugar, junto con la Ag y el Cu.

Na - sodio.—Ha sido hallado en cuatro muestras de las 34 analizadas.

Mg - magnesio.—Elemento de gran sensibilidad, lo hemos encontrado en todas las muestras analizadas y ocupa el primer lugar entre los elementos que impurifican a las antimonitas, estando contenido en el 100 por 100 de las muestras analizadas.

Mn - manganeso.—Elemento de menor sensibilidad espec-

troquímica que el Mg, lo hemos hallado en 30 muestras, lo que representa un 88 por 100, ocupando el segundo lugar, junto con el Al.

Si - silicio.—Es un elemento muy abundante en la corteza terrestre; nosotras lo hemos hallado en 15 muestras, que es el 44 por 100, ocupando el séptimo lugar.

Sr - estroncio.—Sólo pudimos observar las rayas del estroncio en el ejemplar núm. 1.713, de Riomonte (León), en la proporción de 10^{-3} .

Ti - titanio.—Está contenido el Ti en cinco muestras, lo que representa un 14 por 100, ocupando el décimo lugar.

V - vanadio.—Un solo ejemplar de las antimonitas analizadas, el núm. 1.728, de Almuradiel (Ciudad Real, contenía vanadio, hallándose, pues, solamente en un 2 por 100 de los ejemplares.

Fe - hierro.—En 24 muestras de las estudiadas hemos hallado las rayas del Fe, lo que representa un 70 por 100 de las analizadas, ocupando el quinto lugar.

Mo - molibdeno.—Hemos encontrado el molibdeno en cinco muestras, que representan el 14 por 100, ocupando el décimo lugar.

Ni - níquel.—Elemento reconocido en 10 muestras, que representan el 29 por 100 de las analizadas, correspondiéndole el octavo lugar.

Cr - cromo.—Ha sido encontrado en dos muestras, lo que representa un 2 por 100 de las muestras estudiadas.

ELEMENTOS MAS FRECUENTES ENCONTRADOS

Elementos calcófilos.—A excepción del azufre, que no podemos determinar espectroquímicamente por el método seguido, hemos encontrado en proporción menor de un 10 por

100, en las antimonitas estudiadas, los siguientes elementos calcófilos: As, Au, Bi, Ga, e In, todos ellos de pequeña sensibilidad espectroquímica. Los demás: Ag, Cu, Pb, Sn y Zn, los hemos hallado en proporción más elevada, y entre ellos, algunos como la plata, que observamos su tendencia a impurificar las antimonitas por encontrarse con una frecuencia de un 76 por 100, a pesar de su pequeña sensibilidad espectroquímica.

Elementos litófilos.—Exceptuando el estroncio y el vanadio, que se encuentran impurificando las antimonitas en menor proporción a un 10 por 100, los restantes elementos litófilos los hemos hallado con mayor frecuencia, pues el magnesio se encuentra impurificando todas las muestras estudiadas, y el aluminio y el manganeso ocupan el segundo lugar, encontrándose en una proporción del 88 por 100, y el Ca de un 76 por 100, ocupando los lugares tercero y cuarto en orden a su frecuencia como impureza en los sulfuros de antimonio: todos ellos son elementos de gran sensibilidad espectroquímica, menos el manganeso, que ofrece una sensibilidad media.

Elementos siderófilos.—Entre los elementos siderófilos encontrados, tenemos el hierro, molibdeno y níquel, todos ellos en más de un 10 por 100 de las muestras, siendo el menos frecuente el molibdeno, que ocupa el décimo lugar entre los elementos que impurifican a las antimonitas. El hierro, elemento de gran sensibilidad espectroquímica, lo hemos hallado en 24 muestras de las 34 analizadas, y el níquel, de mediana sensibilidad, en 10 ejemplares.

Vemos, pues, que los elementos más frecuentes han sido el magnesio (encontrado en todas), el manganeso, aluminio, plomo, plata, cobre, calcio, hierro y cinc, todos ellos de un orden superior al 50 por 100.

CONCLUSIONES

Como consecuencia del estudio espectroquímico llevado a cabo sobre 34 muestras de antimonitas, llegamos a las conclusiones siguientes, de carácter estadístico:

1.^a Hemos encontrado, entre todos los ejemplares estudiados, 22 elementos distintos, que se encuentran al estado de impureza en las antimonitas.

2.^a Hemos reconocido el Mg en todas las muestras y no hemos identificado en ninguna el Cd, Ge, Hg, Tl, Ba, Be, Li y Co.

3.^a Hay 11 elementos que se encuentran en más de la tercera parte de los ejemplares estudiados, y que por el orden de mayor a menor son: Mg, Mn, Al, Pb, Ag, Cu, Fe, Zn, Si, Ni y Sn.

4.^a Entre las asociaciones de elementos que observamos, damos como segura la del In, que sólo hemos encontrado en ejemplares que contenían Sn. Indicamos también la relación que parece existir entre el contenido en Ag, Cu y Pb.

Este trabajo ha sido realizado en la Sección de Espectroscopia del Instituto «Gregorio de Rocasolano» de Química Física y en la Sección de Mineralogía del Instituto «José de Acosta» de Ciencias Naturales, ambos del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Agradecemos, muy sinceramente, al Dr. López de Azcona su dirección y cuantas orientaciones hemos recibido de él a lo largo de este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- (1) LÓPEZ DE AZCONA (J. M.): *Estudio geoquímico de los minerales de plomo*. «Ión», XI, 446 (1942).
- (2) LÓPEZ DE AZCONA (J. M.): *Estudio geoquímico de las blendas*. «Minería y Metalurgia». (Febrero, 1943.)
- (3) LÓPEZ DE AZCONA (J. M.) y SÁNCHEZ SERRANO (E.): *Estudio espectroquímico de Cinabrios*. «Anales de Física y Química», t. XI., núm. 385, pág. 379 (1944).
- (4) LÓPEZ DE AZCONA (J. M.): *Atlas de líneas últimas en excitación por arco y electrodos de carbón*. «N. y C. del Instituto Geológico y Minero de España», VIII (1944).
- (5) DOELTER (C.): *Handbuch der Mineralchemie*, IV, núm. 1, página 48 (1926).
- (6) HINTZE (C.): *Handbuch der Mineralogie*, I, pág. 392 (1904).
- (7) PIÑA DE RUBIES Y MILANS DEL BOSCH: *Estudio espectrográfico de los minerales de España*. «A. E. P. C.» (1932).
- (8) BERG (G.): *Das Vorkommen der Chemischen Elemente auf der Erde*. Leipzig (1932).

RESEÑAS
Y NOTAS BIBLIOGRAFICAS

MELÉNDEZ (B.): *Tratado de Paleontología*, t. I. Instituto «Lucas Mallada», Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid, 1947. Un tomo en 4.º, de 512 págs., con 9 láms. y 259 figs. intercaladas en el texto.

Es este que acaba de aparecer, el primero de los cuatro tomos en que el distinguido Catedrático de la Universidad de Granada divide su magnífico tratado de Paleontología. Trata de los Invertebrados y entre éstos, sólo de los llamados animales inferiores, mientras que los otros tres tomos, como dice en su preliminar, se refieren al resto de los Invertebrados, Vertebrados y Plantas.

El tomo está dividido en 11 capítulos, y el autor, con muy buen acuerdo, dedica los tres primeros a desarrollar ideas generales de orden práctico, filosófico e histórico, para situar la ciencia paleontológica en su debido puesto y dar a aquellos que se dedican a esta disciplina, los conocimientos complementarios indispensables para obtener el mejor fruto, de las nociones básicas que se exponen en la descripción sistemática de los distintos grupos fósiles.

En el primer capítulo explica la manera cómo se originan y conservan los fósiles, en sus partes duras o blandas, y sus diversas características de composición química, color, deformaciones, etc. A continuación señala la utilidad del fósil desde el punto de vista geológico, para determinaciones estratigráficas, de facies de los terrenos y Paleogeografía, así como para los estudios de Paleobiología y Filogenia. Termina el capítulo con unas nociones indispensables sobre la forma de recoger los fósiles y prepararlos en el laboratorio.

El capítulo II lo dedica a consideraciones de orden filosófico y teológico acerca de las diversas teorías sobre evolución de las especies y creacionismo, exponiendo sucintamente cada una de ellas y los argumentos en pro o en contra; asimismo expone el problema de la aparición de la vida sobre la tierra, la evolución de aquélla y la aparición final del hombre, según las teorías antifinalistas y finalistas. A la luz del Dogma Católico y de las diversas teorías expuestas, llega a las siguientes conclusiones: 1.ª Todo ha sido creado por Dios, aunque no en estado de perfecta diferenciación, siendo la teoría transformista la única que explica la aparición de las especies vegetales y animales, sin que esté demostrado el transformismo absoluto, ni aún dentro de estos límites; 2.ª Siendo científicamente imposible la gene-

ración espontánea de la vida, es forzoso aceptar la intervención del Creador; 3.^a Sólo una teoría finalista y vitalista es capaz de explicar el conjunto de los hechos biológicos, y 4.^a El hombre no puede ser producto natural de la evolución y ningún argumento puede oponerse a la tesis católica de la intervención divina en la creación de la primera pareja humana.

En el capítulo III hace un resumen de la Historia de la Paleontología, desde los primeros atisbos en la Edad Antigua, variando las vicisitudes y errores por que ha pasado la interpretación de los restos fósiles, hasta que en los albores del siglo XIX Cuvier sentó los cimientos de la moderna Paleontología. A continuación expone las leyes paleontológicas de Pictet con las enmiendas a que el estado actual de la ciencia obliga, y, finalmente, inserta unos cuadros muy útiles sobre edades absolutas de los terrenos y clasificación general de los mismos.

Los capítulos IV a XI contienen la descripción de las familias y géneros más importantes de animales inferiores, dedicando el capítulo IV a Protozoos, el V a Espongiarios, el VI a Celentéreos, los VII y VIII a Equinodermos, el IX a Briozoos, el X a Braquiópodos y el XI a Gusanos.

El estudio sistemático de cada uno de los tipos comienza por la descripción de los caracteres generales de éstos; método para el estudio de los mismos cuando éste requiere preparación especial, como acontece con los Espongiarios; caracteres del esqueleto que se conserva en la fosilización y biología de los individuos que comprende, todo lo cual contribuye a alejarse del estudio abstracto de géneros y géneros fósiles, para considerar a éstos como seres vivos que han sido un día, con sus hábitos y medio especial de vida, que lleva consigo como consecuencia unas determinadas características (facies) de los estratos que los albergan, así como la posibilidad o imposibilidad de coexistencia de especies dispares según sus medios de vida. En fin: el estudio racional y por consecuencia más ameno y fructífero de esta Ciencia.

A continuación expone sucintamente la importancia geológica del tipo, su distribución estratigráfica y la clasificación en subtipos, clases, subclases, órdenes y subórdenes. De casa una de estas subdivisiones que se encuentran al estado fósil, da sus características generales morfológicas y estratigráficas y a continuación describe los distintos caracteres de cada una de las familias contenidas en los órdenes y subórdenes fósiles, con su posición estratigráfica.

Dentro de cada familia se reseñan sucintamente, pero con la suficiente precisión, los géneros que la componen, dando preferencia a los más representativos en nuestra Patria y prescindiendo, cuando las circunstancias lo han requerido, de géneros no encontrados o muy raros en España. En las familias más importantes desde nuestro punto de vista nacional, incluye cuadros estratigráficos con la distribución de las distintas especies encontradas.

A continuación de la descripción de familias y géneros, estudia las relaciones filogenéticas de aquéllas e inserta esquemas filogenéticos que, según ya indica el autor, no pueden ser definitivos, pero ayudan poderosamente al estudio de los distintos grupos.

Para facilitar el estudio, el texto está ilustrado con gran cantidad de figuras, que comprenden casi la totalidad de los géneros descritos. Son en su mayoría dibujos (de un valor pedagógico mayor que las reproducciones fotográficas) tomados de ejemplares españoles, acentuando con ello el carácter nacional de la obra.

Al final de cada capítulo se inserta una copiosa bibliografía distribuida en tres grupos: obras de carácter general, monografías extranjeras y monografías peninsulares, sobre el tema tratado en el capítulo.

De lo dicho hasta aquí se desprende como consecuencia lógica y sin necesidad de insistir en ello, la importancia y utilidad de la obra que comentamos.

Aparte su rigor científico, el acertado plan de la obra y la utilidad general de los tres primeros capítulos, es una feliz iniciativa la confección de un tratado de Paleontología enfocado desde un punto de vista nacional, en el que se dé a cada grupo la importancia que en nuestro suelo alcanza, prescindiendo o abreviando el estudio de lo que por su rareza o inexistencia tiene importancia secundaria para los naturalistas que inicien estudios paleontológicos en el suelo patrio. A esto hay que añadir, como muy acertadamente dice el autor, el escollo que, para todos los que nos hemos dedicado a estas disciplinas, ha representado la total ausencia de obras de carácter general, escritas en español, ya que nos ha obligado a utilizar textos en idiomas extranjeros, por regla general de comprensión más difícil, especialmente en los años mozos en que todos los conocimientos y particularmente los lingüísticos suelen dejar bastante que desear.

Debemos, pues, felicitarlos por la aparición de este volumen, que viene a cubrir una real necesidad para todos aquellos que inicien estudios paleontológicos o geológicos en general y desear que en breve le sucedan los tres restantes que el autor anuncia.

La edición, por el Instituto «Lucas Mallada», del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, está muy cuidada, tanto en las ilustraciones y texto, de un tipo de letra claro y agradable, como en la calidad del papel. Madrid, enero de 1948.—A. ALMELA.

RODRÍGUEZ MELLADO (M.^a T.^a) y MENÉNDEZ AMOR (J.): *Microflora fósil de Bellever*. «Bol. R. S. E. Historia Natural», t. XLVI, núms. 1, 2. Madrid, 1948.

En este trabajo, después de un reconocimiento y análisis químico de las rocas existentes en los yacimientos fosilíferos, los autores rea-

lizan un interesante estudio de las Diatomeas fósiles de tres de aquellos, existentes en la cuenca terciaria de Ballver, de edad pontiense o miopliocena, describiendo nueve especies, ilustradas con sendos dibujos.

Esta flora, abundante aunque no variada, ofrece la característica, que se hace resaltar, de contener mezcladas especies marinas y de agua dulce, circunstancia que explican suponiendo que proceden las primeras de la erosión de niveles marinos anteriores, habiéndose producido simultáneamente la deposición de individuos ya fosilizados y la fosilización de los vivientes en el lago neogeno. Por lo tanto, se considera que no son sincrónicas las especies marinas y lacustres.—A. ALMELA.

RUIZ DE GAONA (SCH. P. M.): *Los Orbitoides de las sierras de Urbasa y Encía*. «Bol. R. S. E. Historia Natural», t. XLVI, núms. 1 y 2. Madrid, 1948.

Se trata aquí de un trabajo muy cuidado y de gran interés, en el que se expone primero el estado actual de los conocimientos sobre los Orbitoides, para estudiar después, con mucho detenimiento, las cámaras embrionarias de varios géneros de Orbitoides recogidos en las sierras de Urbasa y Encía.

Este estudio, pone de manifiesto, que es erróneo suponer la existencia de embriones tetra y tricelulares como tales individualizaciones.

Existen tránsitos casi insensibles de nucleoconca bilocular a la tri y tetraocular en individuos de la misma especie, por lo que se hace preciso revisar la sistemática, basada en estas características. En consecuencia, hace desaparecer el género *Simplorbites* y varias especies de *Orbitella* pasan a simples variedades de la *O. media*.

Al mismo tiempo, modifica la filogénesis de los Orbitoides, haciéndolos derivar directamente de *Siderolites* por simplificación de las cámaras de espira que forman el embrión, primero multilocular, que luego se simplifica llegando a la nucleoconca integrada por una cámara esférica y otra reniforme.

Finalmente, describe las especies y variedades clasificadas procedentes de las sierras de Urbasa y Encía.

Este interesante trabajo está ilustrado en cinco láminas de muy buenas fotografías de ejemplares enteros y especialmente de los embriones, que han constituido la base del estudio, así como dibujos de los embriones en cámara clara.—A. ALMELA.

BAUZA RULLAN (J.): *Contribuciones al conocimiento de la fauna ictiológica del neógeno de Balcarcs. Sobre el hallazgo de Taurinichthys Villalbai*, n. sp. «Bol. R. S. E. Historia Natural», t. XLVI, números 3 y 4. Madrid, 1948.

El autor describe una nueva especie de *Taurinichthys* encontrada por él en el Vindoboniense de Santa Margarita, de la Isla de Mallorca, en los yacimientos de Sa Taulada y Sa Butifarra. Acompaña al trabajo dos láminas de fotografías de los ejemplares de placas faringicas encontradas.—A. ALMELA.

SAN MIGUEL ARRIBAS (A.): *Sobre unas erupciones volcánicas en el valle de Cosp (Cardó)*. «Bol. R. S. E. Historia Natural», t. XLVI, números 3 y 4. Madrid, 1948.

Se da cuenta detallada en este trabajo de las erupciones volcánicas existentes en el valle de Cosp del bajo Ebro.

En primer lugar, se describen los rasgos topográficos relacionándolos con la tectónica y la diferente resistencia de los materiales que integran la zona estudiada, y a continuación se describe sucintamente la estratigrafía de los terrenos que aparecen, Trias y Jurásico.

Sitúa después las erupciones reconocidas, relacionándolas con la tectónica general y las fallas existentes, y describe las diferentes erupciones y los materiales de que constan, acompañando el esquema y cortes geológicos de los afloramientos. Considera dos clases de basaltos, plagioclásicos y melafídicos, atribuyendo a los primeros edad pos-oligocena, probablemente pliocena, y a los segundos edad oligocena o miocena.

Finalmente se describen los caracteres macroscópicos y microscópicos de los materiales recogidos, acompañando microfotografías de los mismos, así como fotografías geológicas y de bombas volcánicas halladas.—A. ALMELA.

MASACH ALAVEDRA (V.): *Régimen hidrográfico de los derrames fluviales del nudo de los Montes Universales*. Miscelánea Almera. Barcelona, 1948.

Se toma como base en este trabajo la estadística de aforos existente en diferentes estaciones que afectan a los cinco principales cursos de agua que tienen nacimiento en este nudo orográfico de los Montes Universales, Turia, Cabriel y Júcar que van hacia el Mediterráneo, y Tajo y Guadiela que vierten hacia el Atlántico, así como el del régimen pluviométrico que caracteriza a la superficieavenada por la citada red, ya en parte estudiado por Müller, K. y Schmitt R., zona relativamente

rica en precipitaciones nivéas. Se analiza también el relieve del país que ofrece por sus características dos tipos: el tabular, preponderantemente calizo y que es fundamentalmente zona de alimentación, recorrida por valles divergentes profundamente encajados, y la zona de parameras, oteros y lomas redondeadas, donde ya los valles son amplios y menos profundos.

Importancia grande en el régimen fluvial tiene la constitución geológica del país, variada y compleja, que da lugar por su litología a tres principales facies: la de las calizas que domina en las zonas altas de alimentación; la de margas y arcillas que es relativamente restringida y que subordinada a la anterior, es ya zona baja de valle medio, y finalmente la de areniscas y maciños que queda en el interior de la Serranía o hacia la periferia.

Se analiza también el factor biótico que, como se comprende, está dado fundamentalmente por la vegetación que queda representada por amplias zonas boscosas y de matorrales. También se tiene en cuenta los aprovechamientos hidroeléctricos que tan especial carácter dan a determinados tramos fluviales.

Se analiza finalmente el régimen de esta red, dándose primero los datos de la abundancia así como el de crecidas y estiajes.

Respecto a la irregularidad interanual, se indica que el Turia es el de irregularidades mayores, el Cabriel y Tajo son semejantes; a este respecto el Júcar es aproximadamente la mitad de irregular que el Turia.

Al final se dan las variaciones estacionales.

El régimen es de pluvio-nival, no excesivo, debido a la infiltración cársica. En estas cuencas, se pueden considerar como bifaciales el nudo montañoso, oponiéndose de cierto modo el Tajo al Guadiela, el Júcar al Cabriel y comportándose el Turia con rasgos singulares bastante diferentes de los otros cuatro ríos.—H.-P.

MASACH ALAVEDRA (V.): *Los factores determinantes de la distribución especial de los tipos de régimen de los ríos de la Península Ibérica*. Estudios Geográficos. Año VIII, núm. 28. Madrid, 1947.

Admitidos como factores determinantes del régimen fluvial las precipitaciones, el relieve, la constitución geológica del terreno y el complejo biótico, establece el autor de modo global, el régimen fluvial de los ríos peninsulares y su especial distribución.

Estos regímenes son, el simple dado por el tipo nival de montaña, con máximo en junio (coeficiente de 2,50). La irregularidad interanual es mínima. Son típicos los ríos del Alto Pirineo y los de Sierra Nevada.

Régimen compuesto de primer grado o tipos nival de transición, nevopluvial y el pluvio-nival. Los primeros presentan poca retención invernal, ofreciendo una crecida otoñal de origen pluvial, iniciándose la

escasez de aguas en el verano. El máximo caudal es el primaveral, como sucede en las zonas bajas de los ríos pirenaicos.

El tipo niveo pluvial es ya de tránsito. Tienen un máximo primaveral por lluvias y fusión nivea que alcanza en mayo un coeficiente de 1,5 a 2. El mínimo invernal por retención aún se acusa bien, con coeficiente de caudal de 0,65, siendo el mínimo más acusado el de septiembre con coeficiente de 0,60 a 0,30. Existe un pequeño máximo secundario pluvial en otoño.

Tal régimen es muy frecuente, siendo típico en los ríos pirenaicos cuando ya están lejos de la Cordillera.

Finalmente, el pluvio niveo, régimen cuyas aguas procedentes de nieves son escasas, siendo el máximo primaveral casi exclusivamente pluvial.

La retención invernal está muy restringida por las precipitaciones. El estiaje veraniego es muy acusado, alcanzando el coeficiente de 0,2 a 0,05. Señalándose el pico pluvial de finales de año, siendo no obstante muy variado.

Tal régimen es muy general, comprendiendo los galaico-cantábricos y los de las estribaciones pirenaicas y del Sistema Central.

La categoría pluvial se estudia comparando el tipo pluvial mediterráneo y el subtropical.

En los primeros las mínimas son de enero, abril y agosto, éste muy acusado, con coeficiente no menor a 0,20. El máximo es de febrero-marzo, con coeficiente inferior de 1,50 y de junio y otoño. El caudal de todos estos ríos es escaso y la irregularidad muy grande. Son típicos los ríos cortos que vierten al Mediterráneo desde Rosas a Sierra Nevada.

El pluvial subtropical ofrece un pico muy acusado en diciembre y otro en febrero, con coeficiente en general superior a 2. El estiaje de verano alcanza valores de 0,20 a 0,005, siendo muy largo.

La abundancia es muy variable y la irregularidad extrema. Son típicos los ríos de las zonas béticas y penibéticas y los que nacen en los Montes de Toledo y Sistema Central.

A continuación se analizan los factores determinantes de la distribución de los regímenes fluviales, como son el relieve, el origen de las precipitaciones y la frecuencia y distribución de las mismas.

Al final se da esquemáticamente la distribución de las máximas de precipitación sobre la Península, haciéndose destacar la concordancia entre el régimen fluvial y la topografía, la innivación y la frecuencia estacional de las precipitaciones, lo que según el autor no duda sea debido a las relaciones de causa a efecto.—H.-P.

MASACHS ALAVEDRA (V.): *Observaciones geomorfológicas en La Segarra*. «Instituto de Estudios Ilerdenses». Lérida, 1946.

El territorio estudiado queda situado en la depresión central cata-

lana que, orientada de NE. a SW. y limitada por destacados relieves orográficos, da origen en cierto modo a una región natural.

En ella, la red fluvial ha sufrido en los últimos tiempos geológicos acentuados cambios, red que divide a la depresión en tres zonas: la de los derrames hacia el Segre, la que vierte hacia el Ampurdán y la que queda drenada por el Llobregat. Dentro de este conjunto se describe con más detalle la del desagüe hacia el Segre, o sea, la comarca de La Segarra.

Se analiza en ella la estratigrafía, formada por un substrato eoceno, al que cubre el oligoceno muy extenso, sobre el que forman amplios mantos de aluvión las formaciones cuaternarias.

La depresión estuvo ocupada en un principio por un brazo de mar terciario, limitado por terrenos secundarios tanto hacia el N. como hacia el S. y el E., en el fondo del cual se depositó una potente formación marina, que ha sido disecada intensamente por el Llobregat y su red afluyente, sobresaliendo fundamentalmente las masas de conglomerados marginales a la cuenca marina que tan especial carácter dan a la comarca.

Por movimientos de emersión, tal zona se convirtió en una cuenca lacustre al finalizar el Eoceno, determinando ello la formación de importantes depósitos salinos.

En el Oligoceno la cuenca ya colmatada de sedimentos y debido a la elevación en masa del territorio, fué intensamente atacada por la vieja red fluvial, iniciándose al mismo tiempo el periodo orogénico que replegando las formaciones geológicas hace que el proceso erosivo se acentúe intensamente sobre tales estructuras que llegaron a ser erosionadas hasta las zonas inferiores de las mismas, dando así lugar a un país muy accidentado.

La red fluvial de La Segarra, para el autor, es muy antigua, por haber quedado aislada, viniendo a ser hasta cierto punto la representación de aquella red primitiva de finales del Oligoceno.

La Segarra considerada morfológicamente, da origen a un amplio sinclinal de fondo plano, comprendido entre las ondulaciones que quedan hacia el N. Por el S. está limitada por el borde de la depresión.

Hacia tal zona avanzan, con fuerte acción erosiva remontante, las cabeceras de los ríos que fuera de ella vierten hacia el E. y S.

Debido a la estructura de La Segarra y a la evolución que por acción erosiva experimenta, el autor distingue en ella los siguientes elementos morfológicos. La región de Cervera-Tárrega, que ofrece característica estructural denominada Zona tabular. La zona de Santa Coloma de Queralt, en la que predominan las cuestas; la zona N. de La Segarra, en donde el proceso erosivo ha atacado intensamente el flanco S. del anticlinal Suria-Torà-Pons, destacando en todo el país importantes cuestas, que limitan a encajados valles, dando así lugar éstos a la zona de los bray. Hacia el S. y el E. quedan las zonas de capturas, y finalmente destacan las situadas al NW. de Tárrega, donde la red flu-

vial ha originado amplios campos de aluvionamiento que constituyen la zona de colmatación.—H.-P.

MASACHS ALAVEDRA (V.): *Visión dinámica del clima de Cataluña e interpretación del régimen de sus ríos*. Estación de Estudios Pirenaicos. C. S. I. C. Separata de «Pirineos», núm. 6, año III. Zaragoza, 1947.

El estudiar el autor el régimen de los ríos de Cataluña e intentar explicarse los caracteres que los definen, ha sido necesario analizar los datos climatológicos y deducir el transcurso del año meteorológico en cada una de las comarcas naturales de la región.

Las conclusiones de este estudio es lo que ha motivado el trabajo del Sr. Masachs Alavedra.

El clima de Cataluña viene determinado por las variaciones sufridas por el régimen de vientos del SW. y los desplazamientos que determinan en el frente que hacia el N. forman con el aire polar, por las variaciones que en el estado de tiempo determina el centro de acción peninsular, y finalmente por el influjo del frente secundario del Mediterráneo.

La acción simultánea de las particularidades apuntadas, conjuntamente con la situación geográfica, dan origen a la sucesión de estados de tiempo atmosférico, o sea, del clima catalán que el autor analiza, si bien determinadas comarcas y países se caracterizan por un tipo especial de tiempo; tal es lo que sucede en el Pirineo y en la cordillera prelitoral, depresión central y país litoral.

Analizado el clima catalán y sus variaciones locales, se estudia el régimen de los ríos catalanes, apoyándose en los elementos que determinan su régimen, que son el caudal, las crecidas y estiajes, la irregularidad interanual y las variaciones estacionales, que conjuntamente con los factores del régimen fluvial, atmosféricos, geográficos, geológicos y bióticos, dan los diferentes tipos de regímenes fluviales pirenaicos, prepirenaicos y mediterráneos.

Gráficos típicos permiten al autor fijar el tipo de regímenes apuntados.—H.-P.

HERNÁNDEZ-PACHECO (F.): *Las costas de Ipi y del Sáhara español. Rasgos fisiográficos y geológicos*. Alta Comisaría de España en Marruecos. Delegación de Educación y Cultura. Tetuán, 1948.

En esta conferencia, que se publicó posteriormente, se analizan las características fisiográficas y geológicas del litoral occidental de África, en los territorios de influencia española.

Da origen este litoral a un tipo especial de costa que ofrece rasgos

muy diferentes a los de característica atlánticas o pacíficas, pues muestran especiales morfologías que están de acuerdo con la estructura maciza y rígida del continente africano y, en especial, del escudo saháríco que cerca y al S. de Ifni comienza.

Se analizan los diversos segmentos, haciendo destacar la ausencia de articulaciones que el litoral ofrece, así como la presencia de la amplia zona submarina que conjuntamente con la continuidad del frente acantilado, es el rasgo más genuino de este litoral africano.

Al hablar de la evolución, se indica que la costa actual no es sino el resultado de un proceso de erosión que viene efectuándose desde finales del Terciario y que está determinado por un movimiento en general de elevación en masa de este bloque cortical, si bien, tal movimiento pueda en determinados periodos haber remitido, e incluso haber sido de carácter negativo.

En relación con los rasgos fisiográficos de este litoral, se hacen algunas consideraciones respecto a los futuros puertos que en su día pudieran construirse en las costas del Sáhara e Ifni.—H.-P.

VIDAL BOX (C.): *Nuevas aportaciones al conocimiento geomorfológico de la Cordillera Central*. Estudios Geográficos, año IX, núm. 30. Madrid, 1948.

Se da a conocer por el autor el estado actual de los estudios morfológicos de la Cordillera Central, particularmente en relación con el glaciario cuaternario, indicando que respecto al segmento La Serrota-Gredos-Barco de Avila-Béjar, el conocimiento morfológico que se tiene de los glaciares cuaternarios es muy diferente para cada uno de los citados macizos.

A continuación se analizan las características climatológicas de la región objeto de estudio, dándose la repartición de las precipitaciones y valor medio de las mismas, destacando la dirección y predominio del viento que tanta influencia tiene en estos parajes, para el desarrollo del glaciario.

Al tratar de las condiciones que han determinado la localización de los glaciares, se indica que los factores que desempeñan influencia destacada en las condiciones climáticas de estas montañas son: la altitud, la situación oceánica o continental de los macizos, la orientación general y la dirección y frecuencia de los vientos, que con respecto al segmento que se estudia, es factor esencialísimo, siendo los dominantes los procedentes del SW.

Se analizan a continuación las regiones glaciares, comenzando por la Sierra del Barco. Existen en ella tres valles glaciares importantes: el de la Garganta de Los Caballeros, el de la de Galingómez y el afluente de Navalguijo, de los que se dan sus características generales y formaciones morrénicas.

En el macizo de la Sierra de Béjar existen dos tipos de glaciares, el alpino de valle, con lengua de varios kilómetros (Trampal y La Solana) y el pirenaico o de circo, como es el que caracteriza a la Sierra de Candelario.

Como consideración final y después del estudio morfológico, se dan el límite medio de las nieves cuaternarias que es el de 1.811 m. en La Serrota, de 1.814-1.800 m. en el macizo central de Gredos, siendo de 1.637-1.630 en el occidental.

Teniendo en cuenta todos los datos de que se dispone, se aprecia que el citado límite asciende de manera irregular al penetrar en la Península, presentando dos fuertes anomalías, una en la Sierra del Barco y otra en La Puitrera de Ríaza, que sólo pueden explicarse por especiales condiciones climatológicas y por el avance hacia el N., de cerca de un grado de meridiano, del glaciar más oriental (Buitrera de Ríaza) respecto al más occidental (macizo de la Sierra de la Estrella).—H.-P.

FONTBOTE MUSOLAS (J. M.): *La Ribera de Biescas*. Estación de Estudios Pirenaicos. C. S. I. C. Sep. de «Pirineos», núm. 7, año IV. Zaragoza, 1948.

Se describe en este trabajo la comarca pirenaica de la Ribera de Biescas, que queda perfectamente individualizada como entidad geográfica de fisonomía especial. La complejidad de su estructura geológica es grande, así como su relieve que hace puedan distinguirse hasta tres diferentes zonas: La aguda sierra septentrional culminada por Peña Tendeñera (2.853 m.), eminentemente caliza; las zonas montañosas de formas macizas que se extienden a ambos lados del Gállego, de litología variada y cuyas altitudes pasan poco de los 2.000 m. (Monte Seraso 2.180 m.), y finalmente, el verdadero valle, amplio y en artesa, en parte ocupado por aluviones y grandes conos de deyección torrencial.

Da el autor las características geomorfológicas de la comarca, apoyando en ellas los rasgos geográficos, para lo cual hace destacar las principales unidades geomorfológicas del Pirineo, Zona axial fundamental paleozoica y de relieve policíclico y Prepitineo mesozoico y terciario y de complejo relieve también policíclico, debido a influencias estructurales y litológicas.

Se hace un sucinto análisis de los estudios anteriores que hacen ver que la Ribera de Biescas está relativamente bien conocida respecto a geología y tectónica, pero no así morfológicamente, pues sólo muy recientemente ha aparecido algún trabajo relacionado con tal comarca.

Geológicamente se analizan las diferentes formaciones, correspondiendo al Eoceno la mayor extensión, siendo las del Cretáceo, las que dan el carácter fundamental a las serras del N.

Son también importantes las formaciones cuaternarias.

El Cretáceo queda integrado por dos tramos fundamentales: el calizo en gruesas y compactas bancadas de tono rojizo y blancuzco del Campaniense (Senonense superior) y cuya potencia total alcanza los 100 metros. En la base existe a veces un nivel calizo detrítico de potencia que rara vez pasa de los 2 m.

El otro tramo queda formado por potentes bancadas de areniscas y maciños del Maestrichtiense que alcanza potencia de 600 m.

Por encima vendrían lo que se ha denominado capas de transición, que son de caliza blanca compactas y que se intercalan entre el tramo anteriormente descrito y el Eoceno medio, tramo cuya edad aún no está precisada.

En el Eoceno se distinguen un horizonte de maciños y cantos rodados de 2 a 10 m.; calizas negruzcas en bancadas repetidas y margas calizas lutecienses con unos 150 m. de potencia; margas y areniscas grises esquistosas y laminadas de edad no determinada y de unos 300 metros de potencia, y finalmente, calizas, areniscas y margas hojosas que dan lugar a estratos muy repetidos. Se trata de una formación típica de Flysch. Su potencia, según el autor, alcanza los 1.000 m. Esta formación de Flysch es la más importante, pues ocupa las tres cuartas partes de la comarca.

El Cuaternario es eminentemente detrítico y aparece formado por acúmulos morrénicos, depósitos fluviales, cono de deyección torrencial, mantos de derrubios de ladera y materiales aluviales y coluviales.

Tectónicamente cabe distinguir dos unidades tectónicas. La zona de Sierras al N., que da origen a un gran pliegue monoclinal, que probablemente una falla del substrato lo acentúa. La vergencia es meridional.

El contacto N. de la Sierras es normal, pero hacia el S. existen discordancias por diferente plasticidad de los conjuntos litológicos.

Al S., el Flysch está afectado por una serie compleja de pliegues con acentuada vergencia meridional. Comenzó la sedimentación alpídica en el Cretáceo superior, es decir, es más retardada que en otras zonas pirenaicas.

El relieve está fundamentalmente determinado por la litología y la tectónica, existiendo un modelado policíclico destacando superficies de arrasamiento a los 1.450-1.600 m. y a 1.150-1.300 m., no siendo posible determinar la edad de las mismas, pero pudieran ser pliocenas.

Existe ampliamente desarrollado el lapiaz, no siendo frecuentes los embudos de absorción.

El modelado en los valles es fundamentalmente glaciar, destacando por su amplitud las depresiones terminales, existiendo morrenas würmienses y otras más antiguas, así como postwürmienses.

Las zonas de circos glaciares están muy poco desarrolladas.—H.-P.

WERNERT (P.): *Restos de formaciones glaciares diluviales en la Cuerda Larga de la Cedená Meridional de la Sierra del Guadarrama*. Estudios Geográficos, año VIII, núm. 27. Madrid, 1947. (Traduc. de Vidal Box, C.).

El artículo que comentamos fué publicado en el «Zeitschrift für Gletscherkunde», t. XX, 1932. Cuaderno 4-5.

El autor de este trabajo, en excursión efectuada en el verano de 1930, siguiendo las cumbres de la Cuerda Larga en el Guadarrama, que sobrepasan los 2.000 m. de altitud, tuvo la evidencia de la existencia de dos pequeños circos de origen glaciar, limitados por morrenas, pequeños circos que quedan situados en las inmediaciones y al E. y W. de la achatada cumbre denominada Asómate de Hoyos (2.230 metros).

Posteriormente, un año más tarde (julio de 1931) comprobó la existencia de las citadas pequeñas cuencas glaciares en la vertiente meridional de la Cuerda Larga que hasta entonces se había considerado libre de tales fenómenos.

En el trabajo resume el autor las ideas y observaciones que diversos autores hacen en relación con estas formas glaciares y otras semejantes situadas en otras zonas del Guadarrama, tales como en la alineación del amplio Valle del Lozoya hacia Las Hoyas de Pinilla (2.200 metros de altitud).

La descripción de estos pequeños circos, así como de otras formas incipientes del glaciario y el de sus morrenas, ponen fin a esta nota.—H.-P.

PANZER (W.): *El desarrollo de los valles y el clima de la época cuaternaria en el NE. de España*. Trad. de Vidal Box, C. Estudios Geográficos, año IX, núm. 30. Madrid, 1948.

Este estudio fué publicado por Panzer en los «Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft», t. XXXIII, cuaderno 2.º. Frankfurt A. M. en 1926.

Como se comprende, se trata de un trabajo de gran interés que se publica ahora traducido por el prof. Vidal Box para que sea mejor conocido y esté más al alcance de todos los que se dedican a cuestiones fisiográficas.

El autor sitúa la región objeto de estudio en el NE. peninsular, abarcando los Pirineos, la depresión Ibérica y costa mediterránea, así como el borde NE. de la Meseta que queda formado por los macizos de Teruel.

Se fundamentan los datos de paleoclimatología en la situación de los depósitos glaciares y fluvio-glaciares de los frentes morrénicos cua-

ternarios que caracterizan a los valles del Aragón, Gállego y Cinca, así como de otros ríos pirenaicos.

También se tiene en cuenta para los cambios climatológicos, la existencia o no, por descomposición, de tierra roja (arcilla) característica de los periodos interglaciares.

Para el desarrollo de los valles se analiza sistemáticamente el perfil longitudinal de los ríos, así como los antiguos niveles de las terrazas en los diferentes países que abarca la región estudiada por Panzer, deduciéndose de todo ello las flexiones y transformaciones que a lo largo del tiempo ha sufrido el paisaje.

Tema de interés es el paso del Ebro a través de las montañas litorales catalanas, comprobándose, según el autor, la existencia de movimientos y desnivelaciones de la corteza terrestre en estas zonas que en ciertos casos han favorecido la formación del valle por epigenia.

Al final se dan los resultados y conclusiones, destacando como más fundamentales, la continua acción de socavado que desde el último periodo glacial ha efectuado el Ebro y sus afluentes. La existencia de periodos glaciares en los valles fluviales pirenaicos, representados por los depósitos morrénicos que se relacionan con los diferentes niveles de las terrazas, cuyos niveles más altos, sobre el actual nivel medio de las aguas es de 100-115 m., terrazas cuya edad, más o menos exactamente se fija, por la relación que guardan con los depósitos cuaternarios del litoral mediterráneo.

Existe además una combinación de fenómenos climatológicos con otros tectónicos que son los que han motivado el desarrollo evolutivo de los valles del país estudiado.—H.-P.

GÓMEZ DE LLARENA (J.): *¿Huellas del glaciario cuaternario en la Sierra de Aralar (Guipúzcoa-Navarra)?* «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», tomo XLVI, núms. 3-4. Dos láminas y dos figuras. Madrid, 1948.

En este trabajo se hace un somero estudio histórico del desarrollo de las investigaciones referentes al glaciario cuaternario peninsular, indicándose quiénes han trabajado en estos últimos años sobre el indicado tema.

Como resumen de ello, Gómez de Llarena indica que el límite de las nieves permanentes durante el cuaternario asciende con rapidez de W. a E. y de N. S., pasándose de los 1.400-1.500 m. que tal límite tiene en la Sierra de la Estrella, en Portugal, a 1.800 en la de Béjar, a 1.800-1.900 en Gredos y a los 2.000-2.500 en Guadarrama. El perfil N-S queda establecido por los 1.400-1.500 en los Picos de Europa, los 1.800 en Urbión, los anteriores límites citados de Guadarrama y Gredos, elevándose finalmente a 2.400-2.500 en las vertientes N. de Sierra Nevada y a los 2.600-2.700 en las meridionales.

En relación a la Cordillera Cantábrica, en la que se han reconocido

y estudiado diversas zonas con glaciario cuaternario, desde los límites con Galicia a Reinos, hace destacar el autor que en el resto de tal sistema faltan datos sobre tan interesante tema, pudiendo sospecharse que por la altitud grande de algunos nudos montañosos que sobrepasan los 1.500 m. de altitud, pudieran ofrecer huellas glaciares, si bien se oponga a ello la abrupta topografía.

Sin embargo, respecto a la Sierra de Aralar y debido a la existencia en ella de valles relativamente amplios situados a gran altitud, pudiera haberse desarrollado un glaciario muy local, lo que estaría denunciado por la forma en U de algunas vallonadas.

También cree reconocer pequeños circos de aspecto glacial; tal ocurre en los alrededores de Txindoki (1.348 m.), así como depósitos morrénicos que ocupan ciertas zonas de valle (fuente de Pardelus) y altos circos inmediatos.

En análisis detallado de todos estos indicios que piensa hacer Gómez de Llarena, podrá demostrar si esta sierra de amplias cumbres fue afectada o no por el glaciario cuaternario, lo que bien pudo ocurrir, teniendo en cuenta su altitud, configuración topográfica y gran nivación.—H.-P.

DIVULGACIONES GEOLÓGICAS

**MÁXIMO APROVECHAMIENTO
DE LAS CUENCAS HIDRÁULICAS
SUBTERRÁNEAS**

POR

PEDRO DE NOVO

PEDRO DE NOVO

MÁXIMO APROVECHAMIENTO DE LAS CUENCAS HIDRÁULICAS SUBTERRÁNEAS

Entre las muchas e importantes funciones de nuestro Instituto, ocupan lugar preferente los estudios de investigación de agua subterránea; así fué desde que se creó la antigua Comisión del Mapa Geológico, hace casi exactamente un siglo; así, cuando aquélla se transformó en Instituto, por principal iniciativa de don Luis de Adaro, y lo mismo ha sido desde que el Instituto se denomina Geológico y Minero, con su organización actual.

A los estudios de hidrología subterránea, más que a otros, me he dedicado durante treinta y cinco años, y por eso, aparte la obediencia debida, con gusto cumplo la orden de nuestro Director para que componga, con destino a NOTAS Y COMUNICACIONES, éste y otros artículos de divulgación respecto del interesante tema enunciado. Pero advertiré que, si soy único firmante de este escrito, en rigor debe considerarse coautores a don José de Gorostizaga y a don Fernando Benito, mis constantes y antiguos colaboradores y consejeros.

Creo oportuno relatar la historia de los estudios de investigación del agua subterránea en nuestro Instituto, y para

ello, como he hecho otras veces respecto de trabajos parecidos, la referiré a aquellas condiciones que tanto estima la Lógica, del *porqué*, el *cuándo*, el *dónde* y el *cómo*.

El *porqué* somos nosotros los ejecutores de tantos de esos estudios, queda dicho en lo que antecede respecto de las funciones del Instituto Geológico y Minero, si bien procede decir también que compartimos esa labor con otros muchos compañeros del Cuerpo Nacional de Ingenieros de Minas, al que corresponde la jurisdicción en aguas subterráneas, y con geólogos pertenecientes a distintas profesiones, todos atentos a la necesidad de hallar agua en muchos territorios que no reciben bastante de las nubes ni pueden obtenerla de los ríos. De esta manera, y por tales causas, hemos reconocido las comarcas o, más bien, los lugares acerca de los que se reciben de continuo en nuestro Instituto peticiones de Ayuntamientos, de entidades diversas y particulares que desean se les aumente el manantial con que cuentan, o bien que se les haga nuevo alumbramiento. Tarea en la que se han conseguido resultados superiores a los que nos atreveríamos a esperar.

De las obras realizadas en los cinco años últimos y subvencionadas por el Estado, ya mediante el Instituto Geológico, ya por intermedio de la Junta del Paro Obrero, *menos del 10 por 100 han tenido resultado negativo*. Según nuestros cálculos, el beneficio viene a ser del 45 por 100 anual del capital empleado, si el agua alumbrada se destina al riego, y del 70 por 100 si se destina a abastecimiento de poblaciones. Este cálculo se refiere exclusivamente al costo del alumbramiento, no a canalizaciones ni otras obras anejas. En definitiva, se obtiene como ganancia de 40 a 100 veces el dinero

empleado. Adviértase, además, que en ese aumento de riqueza, así estimado, sólo se tiene en cuenta el directo del valor del suelo, pero no el consiguiente de las ventajas que suponen la mejora de cultivos, medios de vida, transportes, compras de abonos y aperos de labranza, aumento de población, etcétera.

En las consideraciones que anteceden queda expuesta la primera condición que dije debíamos examinar: la del *porqué*: veamos ahora la segunda: el *cuándo*.

Aun con tan excelentes resultados, la labor realizada no nos satisface, porque, como antes dije, se trata de casos aislados y particulares de alumbramientos en tal o cual pueblo o para determinada finca. Consideramos preciso coordinar ese gran número de estudios en una visión de conjunto que permita conclusiones generales.

Para evitar equívocos acerca de los conceptos respectivos de *mérito* y de *eficacia*, recordaré lo archisabido de que es más lucida la síntesis, pero más meritorios, por más penosos, los análisis previos, indispensables a aquélla.

Así, en lo que se refiere al agua subterránea, también es más difícil el caso aislado que el problema general. El agua corre por entre las rocas según la naturaleza de aquéllas, su disposición en masas o en capas, la combinación de unas con otras, sus trastornos, la pendiente del terreno, etc. Por tanto, la investigación lógica consiste en analizar el terreno y luego (siempre con grandes riesgos de error) deducir los parajes donde están indicadas obras de alumbramiento.

Pero en los casos aislados a que me he referido, y que componen hasta ahora la obra del Instituto (tan interesante como desconocida), se nos planteaba el asunto a la inversa: esto es, alumbrar el agua no en los sitios que el terreno

muestre más apropiados, sino en los lugares donde la precisan un Ayuntamiento o un propietario. Claro que la repetición de tantos casos difíciles, por forzados, nos dió mejor conocimiento del terreno, y que, como en toda obra que lleva su recompensa en el propio trabajo que cuesta realizarla, los innumerables estudios locales nos han conducido a ciertas conclusiones, a las que no es fácil ni casi posible llegar por pura especulación.

En esta investigación debemos deslindar, tal vez más que en otra alguna, lo que corresponde a la técnica de lo que puede realizar la experiencia.

Tengo en grandísima estima las observaciones del práctico; siempre he atendido a lo que dice el buen conocedor de un asunto u oficio, y por eso aprecio el acierto con que el gran Duque de Alba escribía a don Juan de Austria cuando éste alistaba la Armada de la Liga, la que venció en Lepanto, y le decía que procurase «tomar opinión de todos, incluso de *particulares*» (como llamaban entonces a los soldados rascos; se entiende que a los veteranos y profesionales). Consideraba que su experiencia pudiera serle utilísima. La del gran general de Felipe II le hacía comprender esta verdad.

Asimismo, la experiencia en mi profesión me ha hecho tener muy en cuenta esas, al parecer, humildes opiniones. Recuerdo cómo el conocimiento del terreno que tenía un viejo pastor (quien, por cierto, nunca había salido de su sierra murciana), me fué utilísimo para trazar áspera carretera destinada al servicio de una mina, en muy difíciles condiciones.

En el asunto del agua subterránea es esencial el criterio de los labradores y también el de los llamados zahoríes; de cuantos viven y se preocupan exclusivamente de tal problema.

De suerte que, en los casos aislados, en el alumbramiento para una finca o un pueblo, esos humildes observadores suelen llevarnos la ventaja primera, porque se trata de la menuda y cotidiana observación, imposible de suplir con el estudio.

Ahora bien, si esto ocurre en los de detalle, los términos se invierten en los de conjunto. Entonces ya no se trata de simples observaciones sueltas, sino de su coordinación. Se ha dicho que «ciencia es conjunto de observaciones reducidas a Leyes comprobables»; pues bien, en los estudios de conjunto interviene ya la ciencia y domina el técnico sobre el empírico.

Entremos en la tercera condición de las anunciadas: la del *dónde*.

El alumbramiento de aguas tiene y ha tenido siempre, como es lógico, su mayor actividad en las regiones del Sudeste de España; pero en los años últimos, y de día en día, va aumentando el interés en las demás regiones; algunas, con más agua de la que necesitan (a juicio de valenciano y, aún más, para el allicantino y murciano, y no digamos del almeriense o del labrador de Canarias), pero, en rigor, aparte acaso la zona costera del Cantábrico y de Galicia, donde las precipitaciones acuosas abundan más y, sobre todo, son menos irregulares, en el resto de nuestro país nunca sobra el agua. Por eso, ahora, las provincias de León, Zamora, Palencia y Valladolid son de las que con más ahinco se dedican a esa busca, especialmente con pozos artesianos, para los que reúnen buenas condiciones aquellas tierras del antiguo reino de León.

Este auge del problema, este interés por tales investiga-

ciones, motivaron que, por iniciativa de don Agustín Marín, apoyada ahora por la del Director del Instituto Geológico y Minero, don José García Sñeriz, y con la más directa y constante de don José de Gorostizaga, compañero durante tantos años en los campos levantinos y hoy Jefe de la Sección de Hidrología, se decidiese emprender el estudio de conjunto a que antes me refería y que es tan necesario.

Si hasta ahora no se había sentido la necesidad de los estudios de conjunto, ello se debe a que, lo mismo la posibilidad de explotar las cuencas subterráneas que el peligro de hacerlo con exceso, sólo existen desde que al desagüe de pozos se aplica en grande escala la extracción con energía eléctrica.

Se trata, pues, de estudiar en su conjunto una región desde el punto de vista de la investigación y aprovechamiento máximo del agua subterránea, y de sentar las bases para ese tipo de trabajo de modo que sirvan luego para las demás regiones, si bien, naturalmente, con los cambios y mejoras que introduzcan en el futuro otros investigadores.

Planteado así el asunto, queda, tácitamente, dicho el *dónde*; porque, ¿dónde hace más falta ese estudio que en Levante?, y, dentro de esta región, ¿dónde más que en el extremo S. E.?

Así se fijó por sí sola y de primer intento como región apropiada la que componen, con las tres provincias valencianas, Murcia y Almería. Pero como abarcarlas todas fuera empresa excesiva, precisaba adoptar un criterio de elección. Si se atendía al orden de mayor necesidad, o sea, orden de creciente de sequía, la primera hubiese sido Almería, luego Alicante, después Murcia, en seguida Castellón y la última, como menos seca, Valencia.

En cambio, esta provincia reúne, dentro de las grandes

dificultades comunes a todas las citadas, más ventajas para la investigación, más zonas de regadío, agricultura adelantadísima y, sobre todo, allí se precia el agua como en parte alguna; acaso no se pague tanto como en Alicante (más sedienta), ni, menos aún, como en Canarias; pero la Huerta, esa Huerta famosa en el mundo, es, además, escuela de agricultores y de regantes y donde más fructífero e inmediato resultado puede alcanzarse con la aplicación de las conclusiones de nuestro estudio global.

Por eso la región elegida para comenzar ha sido Valencia, y por eso también el primer trabajo de conjunto que publicará en breve nuestro Instituto se titula *Las cuencas hidráulicas subterráneas de Valencia*, volumen que forma parte de una primera serie de cinco reunidos bajo el título común de *El agua subterránea*, y de los que ya están muy adelantados los otros cuatro, que son los siguientes: *Teoría general de la hidráulica subterránea*, *Las aguas minero-medicinales y minero-industriales*, *Investigación del agua subterránea* y *Estadística de fuentes y alumbramientos*.

Ya tenemos expuesto el *dónde*.

Veamos ahora el *cómo*.

Este punto, núcleo del presente resumen, exige mucho mayor desarrollo que los anteriores. Pido perdón de antemano por cuanto diga de hartos sabido de todos, y que, por ello, tocaré muy de pasada, pero que es preciso citar en gracia a la trabazón de los razonamientos.

Para hacer más llevadera a los lectores esta parte del escrito, la dividiré con arreglo a tres elementos, como sigue (aunque su enumeración suene a plagio del título de conocida obra teatral): *El barranco, la fuente y el río*.

Bien sabido es que, cuando llueve, el agua que cae se evapora, o corre por las laderas, o penetra en el suelo.

No sólo en nuestro país, sino hasta en el fresco y lluvioso centro de Europa, la evaporación es enorme. Las estadísticas de varios países y nuestros experimentos en los laboratorios del Instituto, prueban que, aun en el lluvioso centro de Europa, *se evapora hasta el 70 por 100 del agua llovida*; en nuestro Levante llega al 80 y aun al 85 por 100; elevadísima y desconsoladora cifra, pero, pues es cierta, no queda otro recurso que aceptarla.

Mucho más dañosa que tan enorme evaporación es en España la extraordinaria irregularidad de las precipitaciones atmosféricas

Contra ambas causas de pérdidas debe actuarse por dos caminos concurrentes: almacenando el agua superficial para regular su aprovechamiento y, a la vez, procurando que se infiltre pronto la torrencial para almacenarla también en las cuencas subterráneas, al abrigo de la evaporación.

Dejemos, por el momento, el agua que se infiltra y ocupémonos en la que corre laderas abajo, la cual se llama de *escorrentía*, y de la que trataré aunque sólo sea de pasada, ya que, por ser más visibles los fenómenos que ocasiona, sirve para que se comprenda mejor lo relativo a la subterránea.

Ya caiga la lluvia en lo alto de una sierra, ya en un prado, el lugar por donde primero corre se llama *región de aguas bravas*, lo que quiere decir que corre a la ventura, sin cauces fijos, a manta, o por regatillos, improvisados e indiferentes; sitios del suelo donde encuentra, de momento, más fácil camino.

Inmediatamente después se encauza y corre con mayor o

menor violencia, la cual depende, sobre todo, de la constitución del terreno y de su pendiente, de la vegetación y de la intensidad y persistencia de la lluvia. Si ésta es menuda y el terreno no muy pendiente, y si existe vegetación forestal, se produce la *escorrentía mansa*, siempre beneficiosa, que riega y no destruye, y que da al río aguas claras y poco a poco, como conviene.

En cambio, si el suelo es muy pendiente, está pelada la roca y la lluvia es violenta, circunstancias todas comunes en las regiones levantinas, se produce la *escorrentía torrencial*, dañina en alto grado, pues destruye el terreno, arranca la vegetación, arrastra tierras y, con ellas, perjudica a los ríos y entarquina y, luego, ciega los pantanos y, a veces, produce catastróficas inundaciones que destruyen cultivos y casas y toda clase de obras.

Característica de la *escorrentía torrencial* es la de formar barrancos; el *barranco*, aquel primer elemento que antes cité. A atajar estos males atiende el Servicio Forestal; nuestros colegas los Ingenieros de Montes, con las que llaman *restauración de montes y extinción de torrenteras*.

En estas obras podemos considerar dos aspectos (claro que desde nuestro punto de vista, que es el que aquí expongo). Allí donde el suelo sea impermeable, se limitan a que la repoblación lo sujete, retenga el agua de *escorrentía* y disminuya la formación de *torrenteras* o barrancos. Donde el suelo es permeable conviene favorecer la infiltración, si bien en forma que no perjudique a los embalses superficiales que existan en la comarca.

Sigamos con el agua de *escorrentía*, y hallaremos otro de los elementos citados, *el río*, porque ese agua es la que forma los ríos..., siquiera sólo en primera instancia.

Ese agua, modificada y domada con las dichas obras fo-

restales, acude con mayor regularidad a las vaguadas, forma allí los ríos en las épocas lluviosas y llena los embalses, esas obras que son gloria de nuestro país y, entre las que afectan a la región valenciana, varias importantísimas y alguna muy reciente.

Creo no exagerar si digo que España dió el ejemplo de los grandes embalses, si bien luego han sido superados en Egipto, en los Estados del Centro y Oeste de América del Norte y, más modernamente, en China. Debemos alabar la llamada «política hidráulica», que se atribuye a un Ministro benemérito por tal causa: a don José Gasset, inspirado por el eminente Ingeniero de Caminos don José Nicolau, hoy, glorioso anciano, digno del homenaje que hace pocos meses le tributó su Cuerpo; política que siguió y superó con mucho el Conde de Guadalhorce y después don Alfonso Peña, y también el actual Ministro de Obras Públicas, Sr. Fernández Ladreda; política tan grandiosa y vital para España que no debe asustar el costo de los planes que la integran, pues a la larga, y aun contando inevitables resultados negativos en algunos casos, siempre serán reproductivas para el país.

Desde ahora vemos que este problema del agua es integral, nacional y que afecta a varias clases de Ingenieros. Notemos cómo se combinan las obras forestales con las llamadas *públicas*, por antonomasia: las primeras fijan y disponen el terreno con la repoblación y presas especiales para que sea mansa y no torrencial el agua que acuda a los ríos, de modo que llene los embalses sin cegarlos, al menos, en plazo larguísimo, y, a la vez, esas obras forestales evitan que acudan a los ríos en poco tiempo caudales exorbitantes, peligro para las presas y para todos los campos y construcciones situados ayuso o aguas abajo de aquéllas.

El agua fluvial corre mucho. Si observamos un río que discurra tranquilo, de corriente lenta, advertiremos que allí donde no haya rápidas ni estrechamientos, avanza el agua como un hombre a buen paso; pero se trata de un caminante que ni descansa ni duerme, de modo que progresa más de 100 kilómetros por día.

Digamos sin rigor que el agua tarda en llegar al mar tantos días como cientos de kilómetros haya hasta la costa desde el punto de caída de la lluvia. Para la región valenciana esa distancia viene a ser, como máximo, de unos 300 kilómetros que hay hasta la costa, siguiendo los ríos desde las sierras de Teruel y de Cuenca, que componen la divisoria entre Mediterráneo y Atlántico. Por tanto, al cabo de *tres días* de terminada la lluvia, está en el mar toda el agua que corrió superficialmente por el río si no hay embalses que le detengan.

Sin embargo, el río sigue corriendo durante meses hasta la lluvia inmediata. ¿De dónde procede el agua fluvial durante los estiajes y durante muchos meses los años secos?

Al formular esta pregunta ya hemos tropezado con el tercer elemento que anuncié: *la fuente*.

Para tratar de las fuentes volvamos al agua que se infiltra y que antes abandonamos. Aquí, por fuerza, y más aún que hasta ahora, he de mezclar conceptos muy sabidos y que seguiré tocando, de pasada, juntos con otros que, por lo general, se ignoran o se olvidan.

El agua infiltrada en el subsuelo baja por su propio peso, obediente a la gravedad, y lo primero que ocurre pensar es que continúa su descenso según la vertical (el radio terrestre) hasta enormes honduras, o sea, que se sume en abismos insondables.

Sin embargo, no ocurre así; lo impiden, por lo pronto, la compacidad de las rocas, creciente con la hondura, y que hace imposibles tales simas; y en segundo lugar, lo impide también la creciente temperatura, que, como es sabido, aumenta como término medio a razón de un grado centígrado por cada 33 metros de profundidad; al menos, así ocurre hasta las que alcanza el hombre, únicas investigables y únicas que interesan para nuestro asunto.

De todo ello se sigue que el descenso vertical del agua subterránea tiene un límite que se ha discutido mucho, pero sobre la base de muy pocos datos positivos: acaso con el solo apoyo de la relativa sequedad observada en las labores mineras más profundas. Hoy es ya más admisible colocar dicho límite pasados los 3.000 metros de hondura, supuesto que en los enormes sondeos más recientes en busca de petróleo (que pasan de los 5.000 metros), se han hallado secas incluso rocas de elementos sueltos, o sea, las que estarían empapadas de agua, caso de que ésta existiese en aquellas profundidades. (Algún autor norteamericano pone el límite del agua subterránea a los 10.000 metros de profundidad.)

La existencia de ese límite inferior, más bajo que el fondo de los mares costeros, tiene como consecuencia el que, en cierto espesor de corteza, digamos de 3 a 4 kms., que tiene por límite superior el nivel del mar y como inferior el más hondo a que se encuentra el agua subterránea, se acumula ésta en el que puede considerarse su volumen fijo e invariable; volumen que, al menos, desde el punto de vista práctico, resulta independiente de aquella otra masa de agua subterránea que empapa la parte emergida de las tierras y se mueve por encima de la fija inferior.

Fijémonos en esta masa superior de agua subterránea, única utilizable: ésta tiene constante aunque lentísimo mo-

vimiento debido a la gravedad, y oblicuo respecto de la vertical, desde los puntos donde cae el agua meteórica y donde se infiltra en el suelo, hasta el nivel del mar, que por tal causa se denomina *nivel de base*. Por consiguiente, la superficie superior de esa masa de agua subterránea en movimiento está inclinada desde los parajes más altos de la cuenca hidrográfica hasta el nivel del mar; tanto más inclinada cuanto mayor la altitud y menor la distancia al mar del punto considerado. Claro que esa superficie, aunque continua, tiene muchísimas zonas singulares, dependientes de los relieves del terreno y también de la disposición relativa de las capas de rocas permeables e impermeables, ya que el agua corre por las primeras y queda detenida por las segundas; de modo que cuando aflora el contacto entre unas y otras clases de rocas, llega también a la superficie del suelo el agua contenida en las permeables; es decir, *brot*a o *mana* el agua, y entonces se rompe allí parcialmente la continuidad de la superficie superior de la masa de agua subterránea cuya marcha analizamos.

Denomino a esa superficie superior *nivel hidráulico subterráneo*, pues su citado movimiento hacia el nivel de base marino hace demasiado absoluta la admitida denominación de *nivel hidrostático subterráneo* (del que no me ocupo ahora por falta de espacio y oportunidad, pero al que, como interesantísimo en nuestra labor, deseo dedicar algún otro escrito).

Recojamos esta idea de que el agua subterránea, en su marcha desde las sierras interiores hasta la costa, brota, naturalmente, por muchas fuentes, y la de que también hay parajes en los que puede hacerla salir a la superficie del suelo una obra de alumbramiento.

También es claro que el agua que no haya salido por ma-

nantiales antes de alcanzar el nivel del mar en la costa, brotará en ésta o se perderá submarinamente.

Se comprende que donde más abundarán los manantiales será en las zonas más bajas del terreno, en las vaguadas; son raros los manantiales altos y, a la vez grandes, espectaculares, pues obedecen al caso concreto en que, por encima del nivel de los valles, aflora un contacto de rocas impermeables con otras permeables de grandes potencia y extensión. Estas son las fuentes conocidas como orígenes de los ríos.

Por tanto, la inmensa mayoría de las grandes fuentes está en los valles fluviales, y muchas en el propio lecho de los ríos, cuya agua corriente las disimula, de modo que estas *fuentes subfluviales* suelen pasar inadvertidas.

Una vez pasados los períodos de lluvias, tan cortos, en las regiones de España más necesitadas de riego, y perdidas sus aguas en el mar, luego de haber bajado superficialmente por los ríos, éstos no tienen otra agua que la que procede de cualquiera de estos tres orígenes: los embalses superficiales, las fuentes y el agua subálvea.

Conviene mucho distinguir el agua de las *fuentes subfluviales*, que aumenta de súbito el caudal del río, de las *aguas subálveas*, que discurren por entre los aluviones con gran lentitud, pero que son inseparables de las superficiales.

Si desde cualquier puente de la ciudad de Valencia miramos al río, lo hallamos casi seco, salvo en raras ocasiones; la corriente ocupa cauces pequeñísimos; el resto del lecho se compone de aluviones, en los que hay huertas, cabañas y hasta campos precarios de fútbol. En la gran ciudad levantina se debe esto principalmente a sabio aprovechamiento: a que la mayor parte del agua ha sido derivada por las acequias, de modo que casi nada se deja para que se pierda en el mar. Este es el desideratum en todo río no navegable.

Si, como hemos supuesto para el Turia, examinamos cualquier rambla en cualquier punto del país levantino, la vemos casi todo el año seca también, pero no porque se hayan derivado sus aguas en acequias, sino porque el agua va por entre los aluviones, oculta bajo las piedras del álveo, del lecho superior, que es el que se ve, y el cual aparece seco o casi seco.

Si por lluvias en las cabeceras de las cuencas, comienza a llegar agua al río, éste, conforme gana en caudal, sube, y, al subir, sobresale de los aluviones. A este fenómeno se le llama, de modo muy gráfico, *salirse el río*, la rambla o riera.

Pues bien, ese agua que *sale* de entre los aluviones cuando llueve en las cabeceras, es agua fluvial, siquiera oculta, tan fluvial como la que se ve correr. Con su lento avance sirve para regular algo el caudal del río. Es independiente de la que brota por los manantiales subfluviales, que es de origen subterráneo, aunque, en cuanto brota, se suma a la fluvial, ya superficial, ya subálvea.

Llegado a este punto temo que los lectores se hayan perdido y se pregunten adónde voy a parar con mis razonamientos. Admitido que sea así, porque es lógico que tal ocurra, concretaré fijándome en otros dos conceptos que pudiéramos llamar de *pérdidas* y *ganancias*.

Con arreglo a todo lo dicho, se comprende que el problema del agua se reduce a regularla y aprovecharla, para lo cual precisa: primero, almacenar toda la posible, superficial o subterráneamente; segundo, perder la menor cantidad por evaporación o por desagüe al mar, ya superficial, ya submarino, y tercero, extraer la mayor cantidad posible de la subterránea, pero sin que se agote su propia masa, enor-

me, mas no infinita, y sin que tal aprovechamiento perjudique a los de la superficial.

Prescindiendo de esta clase de aprovechamiento que, desde el punto de vista legal o administrativo, se sale de la jurisdicción del Ramo de Minas.

Tratando sólo de la subterránea, repito que la primera necesidad es la de incrementar la infiltración; incremento todo *ganancia*, que lleva implícitas las de evitar la evaporación y disminuir la dañina escorrentía torrencial.

Pero todavía se dirá: «¿No perderemos definitivamente el agua así infiltrada? Conocemos dónde va el agua superficial y en qué cuantía; sabemos cómo puede detenerse y hasta casi cuánta se pierde en el mar, pero ¿qué sabemos de la subterránea?»

A esto respondo exponiendo las tres causas a las que pudiera obedecer dicha supuesta pérdida: descenso vertical indefinido, paulatina hidratación de las rocas y pérdida submarina.

En cuanto a la pérdida vertical, debida a la gravedad, creo haber demostrado que es en absoluto imposible.

Respecto de hidratación de las rocas, es real, pero tan paulatina, que, si bien digna de tenerse en cuenta desde el punto de vista científico, no así desde el práctico que discutimos.

Queda la pérdida submarina del agua subterránea que se desliza desde las sierras a la costa; pérdida real, importante y cotizabile. Examinemos si hay modo de calcular su cuantía y, lo que es más importante, de evitarla. A primera vista parece tan imposible semejante cálculo como el hallar remedio a la pérdida. No obstante existen recursos para ambos fines.

No ya para este aspecto de las pérdidas submarinas, sino

para todos que se relacionan con el agua subterránea, una de las bases ha sido la estadística, en diversos aspectos; la principal, la de lluvias, pues que de la lluvia procede toda el agua, superficial o subterránea. Con tal fin nos hemos puesto en comunicación con el Servicio Meteorológico Nacional, que ahora depende del Ministerio del Aire; hemos contribuido modestamente a espesar la red de sus estaciones pluviométricas en la región levantina y utilizamos sus interesantes boletines e instrucciones. Con tales datos pluviométricos buscamos conocer, por lo pronto, el agua caída para deducir la cuantía de la infiltrada, por diferencias con la evaporada y con la de escorrentía que dan los aforos fluviales y los de las fuentes. Necesitamos conocer, a más de las lluvias absolutas, su reparto, y éste, no sólo a lo largo de los años, sino dentro de cada año, de cada mes y de cada día, porque de que la lluvia caiga en una u otra forma y con una u otra distribución e intensidad, se siguen consecuencias muy diferentes desde el punto de vista práctico.

Para que esto se aprecie mejor, recordaré que *en algunas comarcas de nuestro país es posible que en pocos minutos de un solo día caiga del 40 al 60 por 100 del total de la lluvia anual.*

Además, con estos datos perseguimos conocer la influencia que la lluvia caída en cada paraje ejerce en cada manantial, y esto sólo se logra mediante aforo de las principales fuentes, cuyas fluctuaciones, comparadas con las de las lluvias y teniendo en cuenta los puntos de precipitación, nos explicarán el régimen de manantío.

Igual carácter e igual fin que los aforos de las fuentes tiene la observación de nivel en los pozos.

En este aspecto, pocos países o ninguno habrá en el mundo en los que puedan deducirse tantas enseñanzas como las

que derivamos del estudio de la huerta de Valencia. Allí se conoce el nivel que tenía el agua en los pozos antes de que su número aumentase en la forma que lo ha hecho últimamente y, sobre todo, antes de que tantos de ellos poseyeran motor eléctrico para el desagüe. Conocemos asimismo el nivel que en esos pozos alcanza hoy el agua y sabemos que la extracción actual, en los ocho meses de riego que sostiene aquella región, es de 40 metros cúbicos por segundo, lo que equivale a unos 25 metros cúbicos continuos durante todo el año. Se sabe también el número de años que dura este proceso. Con todos estos datos pudimos plantear el problema de cuánta agua subterránea acude anualmente a la plana costera.

Como además es un hecho que hoy el nivel de los pozos está por debajo del marino, tampoco hay duda de que *en la costa de la Huerta de Valencia se ha evitado la pérdida submarina del agua subterránea.*

Esta circunstancia, que parece por completo satisfactoria, tiene también un aspecto, no ya adverso, sino peligroso, que ahora me limito a mencionar, pues los momentos no son propicios para fomentar alarmas. Un día, en época más próspera y tranquila para el agricultor, habrá que plantear tan vital problema.

Ahora sólo diré que ese exceso de la extracción, aunque evita la pérdida submarina, constituye, en realidad, un renglón de *pérdidas*, si bien a primera vista parezca lo contrario; pero es lo cierto que disminuye las reservas, cada vez más profundas, y encarece la elevación.

Como compensación añadiré que, siguiendo la prudente regla de vida de «tomar con lo malo lo bueno», tomemos como bueno el que lo observado en la Huerta nos ha servido de base para estudiar los casos, muy frecuentes en otras par-

tes de las costas levantinas, donde sigue perdiéndose subterráneamente mucha agua subterránea. Tal ocurre entre la desembocadura del Júcar y la del Serpis, costa formada por una plana de terreno geológicamente moderno, encharcado por las aguas que allí afluyen desde las sierras del interior.

La costa valenciana es casi toda abrupta, compuesta de montañas que enlazan con las sierras de Teruel y de Cuenca, con el subsuelo de la llanura manchega y con el borde de la Meseta. El agua que cae en esos terrenos jurásicos y cretáceos, en gran parte permeables, se infiltra hasta alcanzar otra formación infrapuesta, el triás, que resulta, en general, impermeable. Por eso, el agua acude a los acantilados calizos de aquella costa, cortados por grietas y con muchas oquedades, de modo que gran parte del agua que reciben se pierde en el mar.

Pues bien, el ejemplo de lo que dije que ocurre en la Huerta nos prueba que es posible mediante pozos, en conveniente número y debidamente espaciados y con galerías de ataque a la roca firme, formar con ellos y con sus paraboloïdes de absorción que se influyan mutuamente, una verdadera barrera que impida o disminuya muchísimo la pérdida submarina del agua, la cual, elevada después de extraída de esos pozos, puede emplearse para riegos, a la vez que se recoge el gran beneficio del saneamiento de tales terrenos pantanosos.

Esta operación sí que puede contarse entre las indiscutibles *ganancias*.

De nuevo se nota aquí lo integral de todo programa que se refiera al aprovechamiento del agua subterránea. Nuestro estudio nos ha conducido a observar que en los dichos llanos costeros existe agua y que es posible extraerla en gran

cantidad, pero nos quedan muchas dudas acerca del valor absoluto del agua así extraída y también acerca de lo que supondría el beneficio, siquiera seguro, respecto de un posible perjuicio, que no vemos, pero que pudiera existir. De estas dudas sólo pueden sacarnos los Ingenieros Agrónomos, a quienes ya hemos consultado.

Y todavía resueltas estas dudas y cuando se trate, si a ello se llega, como creo, de canalizar las aguas extraídas, será preciso pasar el asunto a los Ingenieros de Obras Públicas.

En lo anterior he procurado presentar nuestro plan como integral, nacional, pero todavía expondré algunos complementos del mismo.

No basta aumentar la infiltración; tampoco disminuir las pérdidas submarinas; es preciso, ante todo y sobre todo, aprovechar lo existente, y este aspecto, tal vez el más interesante en sana economía, está descuidadísimo aun en el país valenciano, que lleva fama de preciar el agua y de cuidarla, y no digamos en el resto de la Península.

En este aspecto del aprovechamiento hace falta acometer con toda urgencia la limpia de manantiales, hasta ahora tan abandonados, aun los más importantes, y atender especialmente a los que se destinan a abastecimientos de poblaciones, respecto de los cuales no basta con aumentar el caudal, sino que es imprescindible e inaplazable cuidar el aspecto sanitario, trascendental para la vida. También importantísimo es aforar los manantiales, siquiera los de uso público, sin lo cual nunca podrá saberse en qué cuantía perjudica a uno de ellos cualquiera otro alumbramiento que se practique en sus inmediaciones.

Para no cansar con ejemplos, que pudiera escoger a cen-

tenares, diré que, una vez se realizara siquiera parte del plan expuesto, subiría el nivel del agua subterránea en todo el país y aumentaría así el caudal de las fuentes, cuya merma es alarmante en el último siglo. Algunas de las valencianas se han reducido al tercio de lo que eran hace cien años; cosa no muy difícil de comprobar, pues aunque, como antes dije, faltan esos aforos metódicos que constituyen parte de nuestro programa, se cuenta con la observación de los acequeros, hombres que suelen heredar el cargo y ejercerlo muchos años, de modo que sus observaciones (hechas, a lo mejor, con un bastón también heredado de su antecesor) se enlazan, a veces, sin solución de continuidad casi un siglo. (Esta disminución de las fuentes se debe a dos causas principales: el exceso de alumbramientos en las zonas bajas, y la deforestación causada por las guerras, y, mucho más aún, por las desatentadas Leyes desamortizadoras de 1835.)

Espero que cuanto antecede haga ver lo beneficioso del estudio en que nos ocupamos y también su alcance; pero temo no haya acertado a dar la sensación de que, al acometerlo, nos colocamos en el terreno de la realidad.

Por si acaso es así, nótese que, para conseguirlo, hemos atendido a variados aspectos, unos de información y otros de realización. Entre los primeros se encuentran el estudio, revisión y ordenación de la riqueza hidráulica subterránea; las estadísticas y, entre ellas, observaciones pluviométricas, estudio e interpretación, desde nuestro punto de vista, de los aforos de las Divisiones Hidráulicas, y, por fin, los aforos de manantiales.

Los trabajos de realización se dividen, a su vez, en dos: aprovechamiento de lo existente y aumentos posibles.

En el aspecto del aprovechamiento entran la limpia de manantiales y su protección sanitaria, así como la ordenación de los desagües actuales y futuros.

En el capítulo de aumentos se encuentran la infiltración forzada y la disminución de las pérdidas submarinas y, por último, aquello que se ocurre a primera vista al profano y lo que siempre seduce al agricultor; lo que ha motivado siempre los estudios parciales de nuestro Instituto: el hallazgo de *agua nueva*.

Pero en esto, pensando con prudencia, creo que, sin renunciar a alumbramientos en los lugares que aconseje la Geología, y muchos de los cuales ya tenemos estudiados, podemos concretarnos siempre a dos tipos de alumbramientos: pozos artesianos, allí donde haya condiciones para ello, o sea donde existan mantos cautivos (en Levante interesan, desde ese punto de vista, las perforaciones en el fondo de los pozos, para buscar mantos profundos), y, segundo, el alumbramiento por pozo ordinario en los terrenos pantanosos del tipo antes citado, como la zona costera valenciana de Cullera a Gandía, cuya mayor trascendencia está en que, caso de buen éxito, pudiera extenderse a muchas partes del litoral levantino, con consecuencias económicas incalculables.

Cuanto antecede no es sueño, ni siquiera fantasía, sino producto de observación y cálculo.

