

PRÓLOGO

Nada más grato a esta Dirección que hacer la presentación de los trabajos que integran el BOLETÍN LVI de las publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España. La importancia y novedad de los mismos representa una preciosa continuación de la obra bibliográfica de este Centro.

Las actividades del Instituto en el amplio campo de las Ciencias Naturales han alcanzado gran desarrollo y se han incrementado en estos últimos años, porque no sólo se ha cultivado, como siempre, la ciencia geológica pura, sino que también se ha ensanchado su campo de actuación, dedicando una gran atención a cuestiones técnicas de interés industrial, aunque mirándolas siempre con criterio científico.

Se procura con los trabajos que presentamos en el BOLETÍN, expresar a la opinión pública nuestro sentir, nuestro pensar en las diversas disciplinas abarcadas, y buscamos en nuestros trabajos la colaboración de los especialistas que han convivido con nosotros y a los que les facilitamos medios para que todos unidos hagamos progresar la ciencia geológica, que es lo mismo que decir que incrementamos en recursos nuestra Economía Nacional.

No se había acometido nunca en España una obra detallada de comparación de nuestras cuencas con las extranjeras, y esta cuestión es la que acomete el competente Ingeniero de Minas D. Ignacio Patac, en el trabajo que ocupa el primer lugar del BOLETÍN LVI.

Patac, como Urrutia y otros en Asturias y León, ha seguido la labor de aquel sabio Luis Adaro, a quien tanto debe este Centro. Fué Adaro el primero que supo enlazar y coordinar las diversas capas que forman la cuenca westfaliense central asturiana, plasmando su labor en los preciosos planos que tuvo la honra el Instituto de publicar, aunque fué de sentir que entregara su alma a Dios sin salir a la luz pública el texto o explicación de dichos mapas.

Concentró Patac todas sus actividades en la región cantábrica, y muy especialmente en las formaciones carboníferas de Asturias y León. Sus estudios sobre el uralense en España (tan llenos de novedad), le hacen aparecer como el destacado adalid en defensa de este terreno en las contiendas científicas que sobre la edad de las cuencas se han originado.

Precede al trabajo *Relaciones estratigráficas entre varias cuencas hulleras de Europa* un estudio preliminar sobre *Genética de las Cuencas Hulleras*, que es una clara disertación sobre la formación del carbón. En él describe las diversas teorías emitidas desde Grand'Eury hasta ahora, y el autor se inclina a la teoría que sostiene que las cuencas hulleras han sido rellenadas por materiales terrígenos y orgánicos procedentes de las comarcas vecinas.

El trabajo comparativo de las cuencas hulleras de Europa creemos lo juzgará muy interesante el lector, y esperamos que tenga su prolongación en otros trabajos, extendiendo su estudio a otras cuencas del extranjero y españolas.

Era deber de este Centro, que la labor paleontológica interesante y activa llevada a cabo por los Sres. Villalta y Crusafont fuera por él recogida y estimulada para bien de la Ciencia española. La actuación en el campo paleontológico de los autores de este trabajo es verdaderamente admirable. Sólo la afición por la ciencia les ha llevado a descubrir yacimientos fosilíferos de una importancia mayor que los hasta entonces descubiertos. Es interesante consignar que en el trabajo principal de dichos señores, que honra nuestro BOLETÍN, se descubren entre insectívoros y carnívoros del Mioceno medio y superior de la cuenca del Vallés-Panadés hasta 31 especies, de las cuales 25 son citadas por primera vez en la fauna miocénica española. Presentan, a demás, un apéndice al trabajo, por lo que las especies que presentan se elevan a cuarenta.

Los Sres. Villalta y Crusafont siguen con el entusiasmo de siempre sus exploraciones paleontológicas y ensanchan su campo de acción a otros yacimientos y el Instituto se honra estableciendo con ellos una colaboración cada vez más estrecha.

No sería justa esta Dirección si no aprovechara esta ocasión para testimoniar la labor concienzuda y notable que están haciendo los ingenieros de este Centro señores Almela y Ríos, en colaboración con el profesor Sr. Garrido, para contribuir al conocimiento de la zona subpirenaica catalana. Dos trabajos se publican en el BOLETÍN sobre este tema: uno *Observaciones geológicas sobre el borde Sur de los Pirineos Orientales*, de los tres señores citados, y otro debido a los Sres. Almela y Ríos titulado *Las edades de los yesos del Eoceno catalán y algunas observaciones sobre la estratigrafía del mismo*.

Ambos estudios convergen para esclarecer la estratigrafía dudosa hasta ahora del Eoceno catalán y determi-

nar la posición de esos tramos, marinos unos y continentales otros, que se suceden frecuentemente y que nosotros mismos, en el Eoceno continental de Manresa, hemos podido apreciar—sirva como ejemplo—entre estratos francamente continentales y de grandes espesores algún episodio marino con nummulites (1). Por haberse observado por una parte algunas manifestaciones petrolíferas en estos terrenos y por otra parte por constituir el Eoceno el muro en casi toda su extensión de la cuenca salina catalana, y hasta nos atreveríamos a decir subpirenaica, nos parece que los estudios de Almela, Ríos y Garrido tienen un gran interés desde el punto de vista económico, que obliga al Instituto a prestarle muy preferente atención.

El estudio del Eoceno catalán está realizado en estos trabajos con toda escrupulosidad y creemos que el modo de presentar cortes y fotografías ayudará mucho al lector para la mejor comprensión del trabajo.

Al Ingeniero Vocal Jefe de la Sección de Combustibles del Instituto, D. Alfonso de Alvarado, gran conocedor de nuestras cuencas hulleras, le ha parecido de interés (y compartimos esta opinión) traducir y publicar un trabajo del insigne geólogo alemán H. Quiring, que salió a la luz pública en Berlín, en 1939, sobre las cuencas hulleras al Este de Asturias, por verter en él ideas nuevas y originales sobre dichas cuencas y por tratarse de persona bien destacada en el mundo por su conocimiento del Carbonífero.

Dos cuencas, principalmente, estudia: la del río Rubagón, en donde están comprendidas las conocidas minas de Orbó, Barruelo y otras, y la del río Carrión, que comprende las de Guardo y Cervera. Las consideraciones estrati-

(1) «Importance scientifique et industrielle d'une grande ride du socle pyrénéen», Marín (A.). Congreso Internacional de Minas, Metalurgia y Geología aplicada (París, octubre, 1935).

gráficas que hace Quiring sobre estas dos cuencas son muy interesantes y sus investigaciones determinan que por su época y modo de formación se diferencian mucho los dos distritos estudiados. Así, la cuenca del Rubagón, apoyándose en el Devoniano y en la caliza de foraminíferos del dinantiense, representa el namuriense o culm y encima el westfaliense, faltando por completo el Carbonífero superior. En cambio, en la cuenca del Carrión, con facies límnic, se presenta principalmente el estefaniense y la parte alta del westfaliense. El estudio de los episodios marinos de todas estas cuencas es lo más interesante del trabajo de Quiring, que juzgamos de justicia enaltecer.

Quiring llega también en sus estudios a determinaciones de carácter práctico y cubica el carbón existente en dichas cuencas por encima de la profundidad de 1.000 metros, considerando que existen en la del Rubagón 180 millones de toneladas y 70 millones en la del Carrión, considerando en esta última cubicación sólo la banda de Carbonífero entre Guardo y Cervera. Indica, además, que en la cuenca del Congosto, un supracarbonífero hundido posiblemente de 200 a 700 metros de profundidad, tiene una cubicación probable de 4.000 a 5.000 millones de toneladas. Esta cubicación nos parece muy aventurada.

El Instituto Geológico tiene, desde antes de la guerra, proyectado un plan de sondeos en esta región, y ahora se lleva a cabo un sondeo en Boñar. Siguiendo estos mismos planes, la Empresa Nacional Adaro de Investigaciones Mineras, lleva a cabo un sondeo al Norte de Barruelo, que ha llegado al Carbonífero, pero sin atravesar hasta ahora capas de carbón.

El Instituto Geológico ha montado, con bastante amplitud, un laboratorio de concentración de minerales, y en su instalación no podían faltar los aparatos correspondien-

fes al sistema de flotación, que aumenta mucho el campo de explotabilidad de criaderos, sobre todo en los de sulfuros metálicos. En este laboratorio se han hecho ya muchos estudios de menas de difícil separación mecánica y está hoy en plena actividad.

No podía por menos este Centro de establecer relación científica con persona de tan altos méritos como la señorita María Domínguez Astudillo, y solicitar su interesante tesis doctoral, titulada *Influencia del yeso en la flotación de los sulfuros de plomo y de zinc*, para que honrara las páginas de nuestro BOLETÍN. En este trabajo se dan unas ideas generales sobre flotación, teorías, métodos y reactivos de flotación y expone una síntesis de las aplicaciones de este procedimiento en España, y después pasa al objeto principal de su trabajo, o sea, la influencia del yeso en la flotación de los minerales de plomo y zinc, y propone medios para eliminar dicha influencia.

Es un trabajo el de la Srta. Astudillo que lo hemos de tener siempre muy en cuenta en nuestros estudios y esperamos que la ilustre doctora utilice nuestro laboratorio para proseguir sus estudios y nuestras publicaciones para que la ciencia y la industria puedan recoger los frutos de su labor.

Por último, un trabajo original e interesante del Ingeniero, afecto a este Centro, D. Fernando Benito, se publica en este BOLETÍN. Lo juzgamos de un gran interés, porque inicia en el mismo resolver un problema hidrológico sumamente interesante y que puede motivar un importante aumento en nuestra riqueza agrícola, como es el de la nutrición de cuencas subterráneas por medio de aguas que circulan por la superficie hasta perderse en el mar, sin beneficio para nadie. Habría que considerar, por ejemplo, el interés que tendría para la huerta valenciana, cuyo nivel piezométrico es cada día más bajo, el que se alimentaran las capas acuí-

feras con aguas torrenciales. Estas ideas, para llevarlas a la práctica, exigen estudios especiales y una colaboración con otros centros y entidades, como el de repoblación de montes. El Instituto Geológico ha empezado un plan sobre esta cuestión, que espera desarrollar con la ayuda de todos.

Cierra este BOLETÍN una breve nota dando cuenta de los resultados obtenidos en el sondeo número 1 de Boñar, ejecutado por el Instituto para la investigación de la posible prolongación, hacia el Oeste, del Carbonífero de Sabero bajo el Cretáceo de Boñar.

El Instituto Geológico procura, editorialmente, vestir los trabajos con el decoro y respeto que merecen las firmas que suscriben los trabajos y sus numerosos lectores y pone todo su empeño en que cada BOLETÍN mejore al anterior, para bien de la Ciencia.

AGUSTÍN MARÍN

RELACIONES ESTRATIGRÁFICAS ENTRE VARIAS

CUENCAS HULLERAS DE EUROPA

ESPAÑA - BÉLGICA - HOLANDA - RUSIA

PRECEDIDAS DE UN ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE

**GENÉTICA
DE LAS CUENCAS HULLERAS**

POR

IGNACIO PATAC

INGENIERO DE MINAS

BOLETÍN
DEL
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE GENÉTICA DE LAS CUENCAS HULLERAS

Hasta hace muy pocos años no se había caído en la cuenta de que los verdaderos horizontes útiles para la sincronización y paralelización de las hiladas hulleras, al igual de lo que acontece, en general, con los demás terrenos geológicos, son los horizontes de fauna marina.

Esta tardía comprensión de la importancia que en realidad tienen dichos niveles, los cuales aportan cada día nuevos datos acerca de su universalidad, ha obedecido, sin duda, a nuestro juicio, a una falsa concepción genética de las cuencas hulleras. Se creía, y aun se sigue admitiendo por muchos distinguidos geólogos, que la formación de las distintas cuencas carboníferas diseminadas sobre el haz de la tierra se operó bajo un régimen sedimentario completamente distinto del que ha presidido la formación de todos los demás terrenos geológicos.

Así como para la inmensa mayoría de los estratos terrestres, principalmente para los enormes espesores de los sedimentos paleozoicos anteriores al Carbonífero y aun para la mayor parte de los terrenos secundarios, se admitía sin discusión haberse formado en el fondo de los antiguos mares, los sedimentos hulleros constituían una excepción de la regla general, considerándoseles, por muchos geólogos, a

II/2-2-1

BOLETÍN

DEL

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO

DE

ESPAÑA



TOMO LVI

(16.º DE LA TERCERA SERIE)

1943

MADRID
TIP.-LIT. COULLAUT
María de Molina, 58
1943

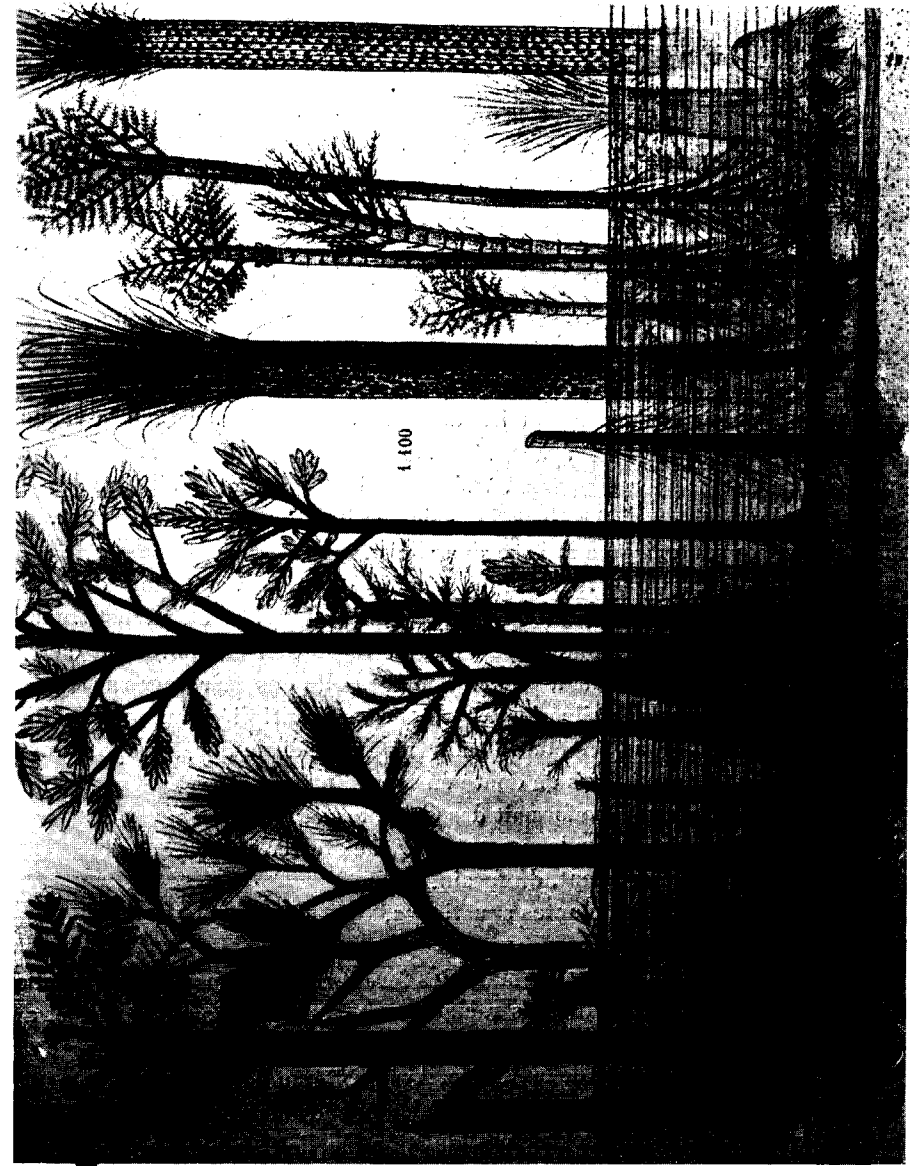
causa del gran número de capas de origen orgánico que presentan, como formaciones continentales de *pantano* o de *laguna*, a la manera de los hidrofitos, progresivamente hundidas en el seno de las aguas límnicas. Esta teoría del hundimiento progresivo del fondo de los pantanos hulleros, con sus bosques de exuberante vegetación tropical, cuyas gigantescas especies arbóreas tenían sumergida en las aguas la parte inferior de sus troncos, trata de explicar dos hechos bien notorios de esta clase de formaciones, a saber: el gran espesor que presentan, en general, los sedimentos hulleros y el gran número de capas de combustible interstratificadas entre dichos sedimentos.

El gran paleobotánico francés F. C. Grand'Eury, en su obra fundamental titulada «Recherches géobotaniques sur les forêts et sols fossiles et sur la végétation et la flore houillères» (París, 1912), sintetiza así su concepción acerca de la formación de las capas de combustible con las palabras y el gráfico siguientes (1) (láms. 1.^a y 2.^a):

«Tal cual se presenta en los bosques y suelos fósiles la vegetación hullera, repleta en su base de raíces ligadas a los depósitos hulleros, dicha vegetación debía estar bañada por las aguas tal como la representa el cuadro adjunto. Surgía y se desarrollaba allí donde las aguas eran poco profundas, suministrando las impresiones de las pizarras y los detritos vegetales que, después de macerados y flotados, formaron la hulla estratificada».

La laguna donde se hallaba implantado el bosque carbonífero, según el gráfico de Grand'Eury, tenía unos tres metros y medio de agua. Los *Lepidodendron*, *Sigillarias* y *Calamites*, de 10 a 15 metros de altura y un diámetro máximo de un metro, se hallaban arraigados en el lodo

(1) Op. cit., págs. 98 y 99.



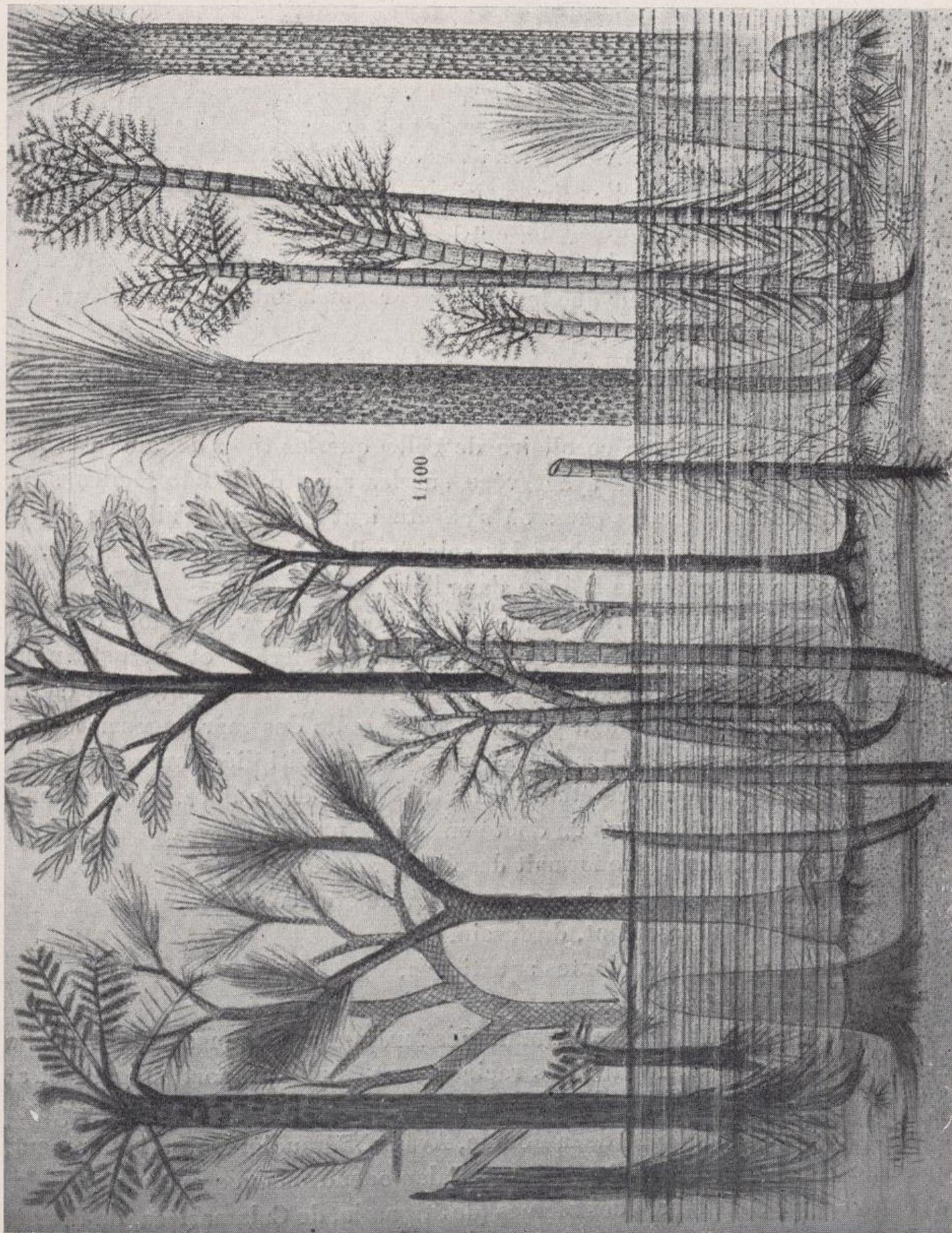
El bosque carbonífero, según Grand'Eury



PERSONAL DEL INSTITUTO GEOLÓGICO
Y MINERO DE ESPAÑA

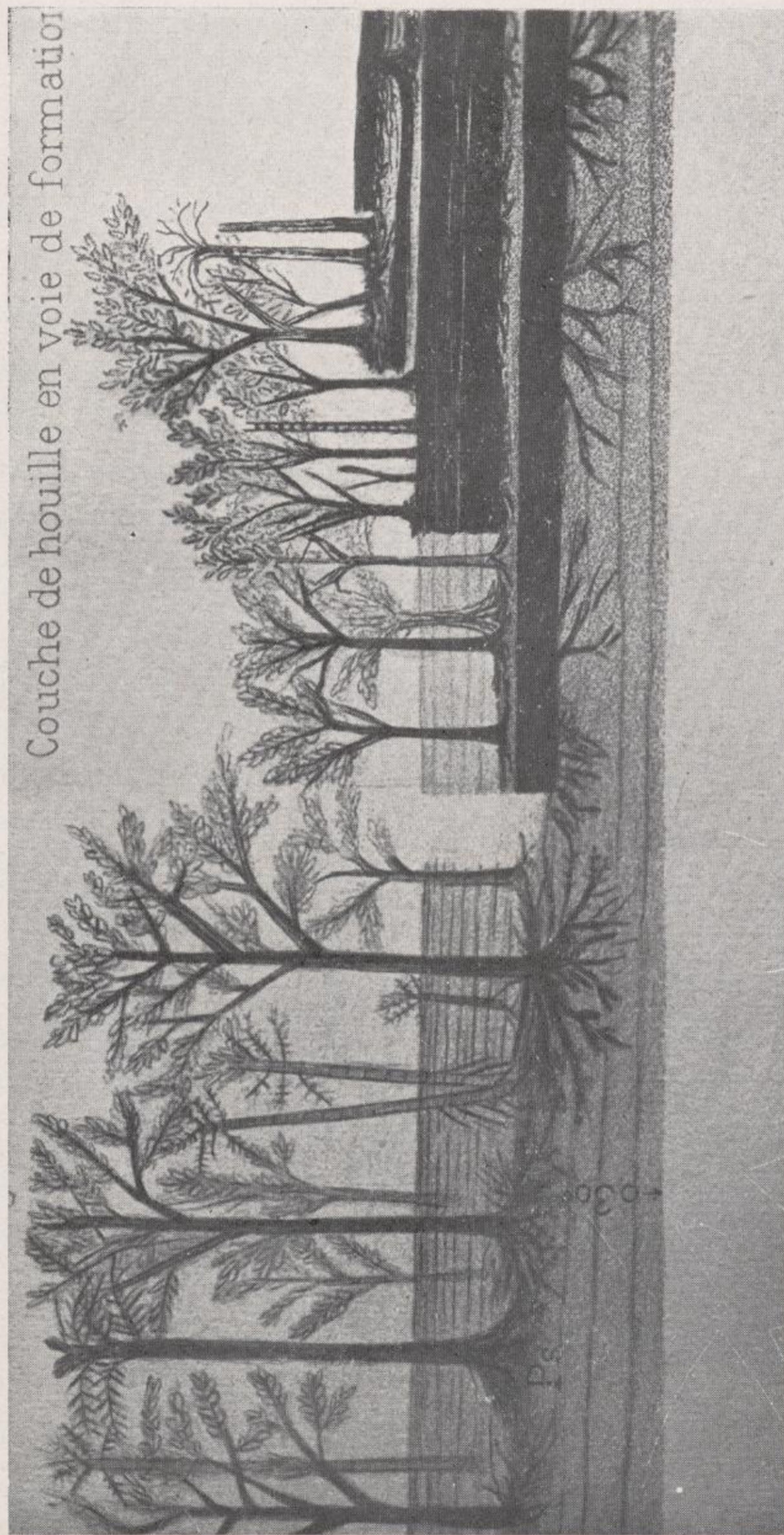
INGENIEROS

| | |
|------------------------|---|
| Director | Excmo. Sr. D. Agustín Marín y Bertrán de Lis. |
| Sub-director | Ilmo. Sr. D. Alfonso del Valle de Lersundi. |
| Secretario | D. Javier Bordiú y Prat. |
| Vicesecretario | Ilmo. Sr. D. Miguel Moya y Gastón de Iriarte. |
| Vocal | Excmo. Sr. D. Primitivo Hernández Sampel- layo. |
| Vocal | Excmo. Sr. D. José García Siñeriz y Pardo Moscoso. |
| Vocal | D. Juan Gavala y Laborde. |
| Vocal | D. Diego Templado y Martínez. |
| Vocal | D. José Romero y Ortiz de Villacián. |
| Vocal | D. Alfonso de Alvarado y Medina. |
| Vocal | D. Joaquín Mendizábal y Cortázar. |
| Vocal | D. Javier Miláns del Bosch y del Pino. |
| Vocal | D. Agustín de Larragán y Alfaro. |
| Vocal | D. Juan A. Kindelán y Duany. |
| Vocal | D. José Meseguer y Pardo. |
| Vocal | D. Antonio Comba y Sigüenza. |
| Vocal | D. Carlos Ortí y Serrano. |
| Vocal | D. José Cantos y Sáinz de Carlos. |
| Vocal | D. Luis A. Larrauri y Mercadillo. |
| Ingeniero Auxiliar ... | D. Francisco Solache y Serrano. |
| Ingeniero Auxiliar ... | D. Antonio Almela y Samper. |
| Ingeniero Auxiliar .. | D. Manuel Pastor y Mendivil. |
| Ingeniero Auxiliar .. | D. Ismael Roso de Luna y Román. |
| Ingeniero Auxiliar ... | D. Luis Barrón del Real. |
| Ingeniero Auxiliar ... | D. Manuel Zaloña y Bances. |
| Ingeniero Auxiliar ... | Ilmo. Sr. D. Juan M. López de Azcona. |
| Ingeniero Auxiliar ... | D. Augusto de Gálvez-Cañero y González Luna. |
| Ingeniero Auxiliar ... | D. Alejandro Hernández Sampelayo y Moreno |
| Ingeniero Auxiliar ... | D. Juan de Lizáur y Roldán. |
| Ingeniero Auxiliar ... | D. José M. ^a Ríos y García. |
| Ingeniero Auxiliar ... | D. Serafín de la Concha y Ballesteros. |
| Ingeniero Auxiliar ... | D. José M. ^a Espinosa de los Monteros y Ber- mejillo. |
| Ingeniero Auxiliar ... | D. Joaquín Borrego y González. |
| Ingeniero Auxiliar ... | D. Manuel Abbad y Berger. |
| Ingeniero Auxiliar ... | D. Juan Fernández Caleyá. |



El bosque carbonífero, según Grand'Eury





Formación de las capas de hulla, según Grand'Eury



pantanosos del fondo de la laguna, en una profundidad hasta de dos metros, como máximo. Y en estas condiciones tan precarias de arraigamiento, en un suelo reblandecido, inconsistente, fangoso, de naturaleza arcillosa o arenosa ¿es posible admitir que el bosque carbonífero pudiera sostenerse en pie, y menos aun, producir por su descenso y carbonización en el fondo de la capa de agua, por muy densa que fuera su vegetación, las potentes capas de hulla de dos a veinte metros y más, de espesor, por ejemplo, que presentan muchas cuencas hulleras?

No obstante, el magnífico estudio de Grand'Eury, con sus dibujos maravillosos hechos por el propio eminente paleobotánico, durante veinte años de observaciones pacientes y tenaces en varias cuencas hulleras europeas, constituye un copioso y rico arsenal de datos interesantísimos de la estratificación carbonífera, principalmente en lo que se refiere a los suelos fósiles de vegetación, única obra en el mundo que reúne una documentación tan completa sobre tan debatida materia.

Grand'Eury, en 1882 (1), sostuvo la *Drif theorie* o teoría del transporte para la formación de las capas de hulla reconociendo su estratificación, apoyándose en que las hojas, ramas y troncos aparecen dispuestos en ellas de plano y paralelamente, como en las pizarras. Pero posteriormente, al reconocer y estudiar los suelos de vegetación en las capas hulleras, admite que una parte de éstas se ha formado *sur place*, y que la otra parte, no menos evidentemente, ha sido formada por transporte.

«Este doble carácter, añade Grand'Eury (pág. 122), es la consecuencia natural del medio palustre de una vegetación cuyos restos, en su mayor parte, han sido macerados

(1) «Annales des Mines», 1882, págs. 61, 63-87.

ý han flotado largo tiempo antes de ir a estratificarse sobre las capas, raíces y demás restos que han permanecido *in situ*, de las mismas plantas».

Nosotros, aun reconociendo la fidelidad con que están reproducidos estos muros de vegetación fósil, a veces con sus cepas aparentemente arraigadas situadas en el mismo lecho sedimentario y sus raíces oblicuas a la estratificación que parecen atravesar las impresiones interestratificadas en las pizarras, la existencia de muchos troncos de pie, la naturaleza turgesciente de muchas raíces, etc., no podemos compartir algunas de las conclusiones e hipótesis de aquel paleobotánico, tales como las que se refieren al régimen climatológico reinante en la época hullera y a la naturaleza, exclusivamente palustre, que atribuye a la flora de dicha época.

Para ello sería preciso admitir en el Carbonífero, como hace dicho paleobotánico, *circunstancias y modos* muy diferentes de los que han presidido, con un carácter sorprendente de universalidad, todo el proceso geológico terrestre.

Grand'Eury sale al paso de la inevitable objeción que había de oponérsele a la falta de resistencia al sostenimiento de la vegetación hullera palustre, en la siguiente forma:

«Es un hecho digno de observación—dice Grand'Eury (pág. 131)—que revela una nueva facies de la vegetación propia para la formación de la hulla, el que las plantas que crecían, sobre el área de depósito de los carbones fósiles, se arraigaban tan poco que sus raíces no atravesaban frecuentemente más que delgados lechos de pizarras, de carbón pizarroso o de mantillo..... Es preciso recordar a este objeto, que adaptadas al medio batracio las plantas hulleras no tenían absolutamente necesidad de hundir sus raíces vivientes en el substratum; tenemos la prueba de ello en

que las extendían o desplegaban sobre los suelos impermeables, como lo representan algunos fondos arcillo-carbonosos. Y entonces ¿por qué razón, sostenidos por el agua y las raíces adventicias, los troncos no hubieran podido sostenerse de pie sobre cepas extendidas con raíces apenas recubiertas por el *humus* o por el *limo*, como, por ejemplo, la cepa de Cordaites de raíces al descubierto de Montrambert?».

Claro es que para que esto ocurriera, Grand'Eury se ve precisado a admitir que en la época hullera (pág. 106) «existía un clima invariable en el tiempo y en el espacio; la calma absoluta de las zonas anticiclónicas presidía la descomposición y destrucción de los vegetales; ninguna perturbación atmosférica asolaba los bosques pantanosos, apenas fijados al suelo y que hubieran sido derrumbados al menor soplo del viento.....

»Los vegetales de la hulla, como los de las aguas durmientes, habiendo tenido sus rizomas, cepas y parte de sus raíces fuera del suelo, *no han dejado en él, como testigos, más que algunas raíces poco aparentes* (el subrayado es nuestro). Y esta es justamente la causa de que la más opulenta vegetación no haya dejado *in situ* más que muy débiles raíces y que la masa principal de la hulla se presente estratificada y se halle formada por la casi totalidad de las plantas, por sus hojas, ramas, troncos, cortezas y detritos que han flotado durante largo tiempo antes de depositarse con mayor regularidad que ningún limo, exceptuando la arcilla, sobre las mayores extensiones».

¿De qué modo parece el bosque carbonífero en este clima invariable, en el tiempo y en el espacio, de calma absoluta, que nos describe Grand'Eury? He aquí cómo contesta a esta pregunta: «Lo mismo en la hulla que en las pizarras, las cepas y las raíces *in situ* se presentan arrasadas, termi-

PROFESORES DE LA ESCUELA ESPECIAL DE INGENIEROS
DE MINAS AFECTOS A ESTE INSTITUTO

| | |
|---|--|
| Director del Laboratorio Químico Industrial | D. Ceferino L. y Sánchez Avecilla. Excmo. Sr. D. Pedro de Novo y F. Chicarro. |
| Profesor de Geología. | |
| Profesor de Paleontología | D. Joaquín Muñoz y Amor. |
| Profesor de Mineralogía | D. Antonio Baselga y Recarte. |
| Profesor de Química Analítica | D. Laureano Menéndez Puget. |
| Profesor de Topografía | D. Pedro Arsuaga y Dabán. |
| Profesor de Geofísica | Ilmo. Sr. D. Wenceslao del Castillo y Gómez. |

AYUDANTES DE MINAS AL SERVICIO DEL INSTITUTO

D. Juan J. Sánchez Montserrat.
D. Juan Bautista Targhetta y Junquera.
D. Emilio Porras y Revilla.
D. Gregorio Ramírez y Gil.
D. Celestino Mora y López.
D. Federico Pinós y Ramírez.
D. Francisco Merelo y Azañón.
D. José M.^a Rubio y Alcaraz.
D. Félix Melián y Abajo.
D. José M.^a García Peña.

nando claramente en algunas juntas de estratificación. Para explicar este hecho sólo pueden haber existido dos causas: la *submersión* o el *tourbage* (*turbificación* pudiera decirse en castellano). La submersión, al igual que alguna otra causa violenta, no hubiera hecho tabla rasa de todos los troncos y hierbas, algunos de los cuales hubieran escapado a la destrucción.

»Dentro de las capas de hulla no se ha observado nunca ningún tronco que se eleve de los suelos fósiles, penetrando en el carbón; de otra parte, la submersión no hubiera producido el *humus*. Únicamente el *tourbage* (fenómeno de la turbificación), ha podido matar a la vez todas las plantas (lo mismo que la invasión de un bosque húmedo por la turba mata todos los árboles), desagregarlas y descomponerlas hasta las cepas y raíces y producir todo el conjunto el *humus* necesario para la formación del carbón.

»Los efectos producidos eliminan la primera causa y confirman la segunda. En todo se impone la existencia de un fenómeno de una gran potencia de acción, que ha producido la materia fundamental de las hullas, con detrimento de todo lo que constituía la vegetación que sobrepasaba el nivel de los suelos fósiles; la analogía hace designar como causa al *tourbage*».

Anteriormente, al tratar de las cuestiones del arrasamiento de la vegetación hullera y del *fuseno* o *fuseina*, refuerza su argumentación, respecto a este asunto, en la siguiente forma (pág. 104): «Si el fenómeno de la destrucción del bosque carbonífero se hubiera producido sobre un suelo hundido, ello se atestiguaría por alteraciones de las rocas, que no he visto. Pero se impone la cuestión de saber a qué causas determinantes es lógico atribuir el fenómeno que con tanta frecuencia y tan completamente ha destruído la vegetación que vivía sobre el plano de arrasamiento.

»Considero que esta causa no ha sido otra más que el *tourbage*, que después de haber matado todas las plantas que se hallaban sobre el suelo de vegetación, disociadas y desintegradas sus partes, después de una maceración, han ido a depositarse y a estratificarse en el fondo del agua; no podría explicarse de otro modo la existencia de las cepas y raíces arrasadas de las capas de carbón.

»En cuanto a los suelos de vegetación arrasada, sin hulla, como los que presentan varias cuencas, no me explico el arrasamiento más que siendo debido a una submersión prolongada que, después de haber causado la muerte de todas las plantas a la vez, las ha desagregado hasta la raíz y depositado encima, o bien transportado sus restos a larga distancia».

Como se ve, Grand'Eury admite en último extremo la posibilidad de que el bosque carbonífero, en determinados casos, pueda perecer por submersión, y que los materiales originarios de las capas de hulla puedan ser transportados a larga distancia de su área natal y de crecimiento, antes de depositarse en el fondo de las aguas. Retengamos estas conclusiones para el examen posterior de este asunto.

Por su parte, el notable paleobotánico M. Armand Renier, Jefe del Servicio Geológico de Bélgica, en un libro suyo más reciente (1) expone su opinión acerca de la formación de las capas de hulla y de la muerte de la vegetación carbonífera, que atribuye siempre a la submersión. Para ello se ve precisado también a admitir *circunstancias* y *modos* especiales que explica en la forma siguiente:

«Por debajo de toda capa de hulla existe un *muro*. La formación de toda capa ha debido empezar por la implan-

(1) A. Renier. «Considerations sur la Stratigraphie du terrain houiller de la Belgique». Bruselas, 1930.

tación de una vegetación arborescente, en la que dominaban las Licopodíneas; las *Stigmarias* no son otra cosa más que los órganos subterráneos de los *Ulodendron*, *Lepidodendron*, *Bothrodendron*, *Sigillaria*, etc. Para que la implantación de estos bosques fuera posible, el suelo no podía estar recubierto por una capa de agua de mucho espesor. Las *Stigmarias* no son raíces zancudas como las de los árboles. Los bellos ejemplares conservados en los Museos de Glasgow, Manchester y Berlín, permiten observar a todos los que no han tenido ocasión de estudiar *in situ* el aspecto de las *Stigmarias*, que éstas se extendían muy ampliamente, casi horizontalmente. Sin embargo, el suelo debía estar recubierto de agua para que pudiera asegurarse la conservación, en el estado de carbón de los restos de las plantas que allí se encontraban y que muy abusivamente se han calificado de *impresiones*.

»Así pues, vastos bosques pantanosos recubrían las regiones hulleras al principio de la formación de toda capa de hulla. Si las aguas procedentes de las altas regiones atravesaban semejante dédalo para llegar al mar, debían hacerlo con una extrema lentitud. Bien pronto esta lentitud debió ser tal, que lejos de transportar allí lodos terrígenos la corriente quitaría, por vía de lixiviación o remojado una parte importante de las sales minerales incorporadas en estado viviente a los vegetales cuyos restos, acumulados sensiblemente *sur place*, formaban la roca madre de la futura capa de hulla. Esta es, según parece, la única explicación de la muy escasa cantidad de cenizas que presentan la mayor parte de las hullas.

»De consiguiente, la formación de la hulla ha marcado un alto en la sedimentación terrígena. Constituye, como ha indicado M. J. T. Stobbs, una a modo de *laguna* estratigráfica; la formación de una capa de hulla representa,

por lo que respecta a la sedimentación terrígena, un episodio de un carácter muy especial (el subrayado es nuestro).

»Ha sido preciso que el bosque hullero se extendiese sobre importantes superficies de relieve casi nulo, a fin de que toda la sedimentación terrígena fuese tan efectivamente interrumpida para que al final contenga la hulla menos cenizas que los mismos vegetales que la han formado.

»Esta tendencia se ha manifestado progresivamente en el curso de la constitución del *muro* precursor de la capa de hulla. Esta fué, pues, localmente reducida al estado de *passée de veine* (1), y así la extraordinaria condición geográfica, la facies tan particular de estos episodios, se encontraba sensiblemente realizada en este sitio.

»El techo marca un retorno a la sedimentación terrígena, que proseguirá hasta que la profundidad del agua sea suficientemente escasa para que pueda surgir de nuevo una vegetación arborescente y de este modo aquel techo marca, por lo tanto, al menos en potencia, el principio de la formación de una segunda capa de hulla.

»Hay que admitir, en primera aproximación, que el hundimiento relativo que marca el *muro* no es más que el efecto de la acumulación de los sedimentos, lo que conduce a considerar que el tramo estéril entre dos capas (2) representa, en su potencia actual, la profundidad sensible —pues sería preciso tener en cuenta también el asiento ulterior de los sedimentos—, a la cual se ha encontrado hundida la capa inferior, bajo el nivel del agua, durante la

(1) «Caja», de la capa, sin hulla, en la que los hastiales (techo y muro) se hallan en contacto. En Asturias suele llamarse «División» o «Rastro».

(2) Denominado *Stampe* por los franceses y belgas.

formación de la capa inmediatamente superior. También hay que admitir aún, e igualmente en primera aproximación, que el nivel del agua permanece constante, lo que conduce a la conclusión de que ha habido descenso del suelo. Por esto, puede decirse, en resumen, para caracterizar el final de toda capa de hulla, que el *suelo desciende y que el bosque parece por inmersión*.

Renier no explica la causa determinante de estos hundimientos parciales y sucesivos del suelo, necesarios para la formación de la capa de hulla siguiente, según su teoría, ni la manera tan *ligada*—es su expresión—, tan regular y uniforme con que estos descensos se han efectuado para no haber dado lugar a frecuentes discordancias angulares, como es lógico que ocurriera, en todas las series estratigráficas hulleras del mundo. En realidad no se observan en ninguna de estas series huellas evidentes de estratificación cruzada, como consecuencia natural de estos descensos repetidos y necesariamente de desigual amplitud, manifestándose, por el contrario, excepcionalmente y por distintas causas, en muy contadas localizaciones.

Tanto en los cortes naturales o artificiales de la superficie como en los socavones transversales y demás labores mineras del interior, aparecen siempre los estratos carboníferos (salvo las complicaciones de orden tectónico), perfectamente paralelos, con sus lechos planos de estratificación, tanto los de las capas de hulla como los de las rocas, pizarras, calizas, areniscas y conglomerados, entre las que aquellas capas se encuentran interestratificadas y nada de nota en la gran regularidad con que se presentan a nuestra vista en enormes extensiones, la existencia de estas facies especiales, de estos *episodios* de carácter tan singular, representados por cada una de las capas y venas de carbón; en una palabra, no existe, a nuestro juicio, ningún indicio

seguro de que el proceso sedimentario haya sido distinto para unos y otros estratos y mucho menos de que cada una de las capas de hulla pueda representar una «laguna» estratigráfica en la sedimentación.

De otra parte, si el muro de la capa de hulla ha sido, en efecto, el suelo del frondosísimo bosque carbonífero, o sea, un verdadero «suelo fósil», es increíble que la superficie de dicho muro no aparezca *siempre* repleta, totalmente cubierta de impresiones fosilíferas de hojas, troncos, ramas, semillas y de toda clase de restos de los vegetales carboníferos, además de las supuestas raíces, tan precarias, y de las cepas que algunas veces presentan.

Por el contrario, aunque suelen encontrarse en los muros de las capas de hulla impresiones de órganos aéreos vegetales dispuestas estratigráficamente, es mucho más frecuente la existencia en el techo de las mismas de numerosas y bellas impresiones de vegetales de todas clases y, a veces, también de cepas con raíces, a la manera de un suelo de vegetación alejado del muro de la capa superpuesta. Sin contar con que en el muro de aquéllas pueden encontrarse también, además de impresiones vegetales, restos de fauna marina y continental.

En la cuenca hullera central de Asturias tenemos varios ejemplos de este hecho, aunque claro es que en el caso de un nivel de fauna marina, la regla general es que se encuentre siempre al techo de la capa de hulla, de un carbonero o simplemente de un filete insignificante de carbón. Pero este filete o aquel carbonero pueden hallarse tan próximos a la capa que en realidad el techo de los mismos es al propio tiempo el muro de dicha capa.

Para Renier la prueba más concluyente «el coronamiento de la demostración acerca de la naturaleza de las Stigmarias es el curioso hecho de la existencia en el muro de

algunas capas de restos de órganos aéreos vegetales, estratificados, *atravesados* por apéndices de *Stigmaria* a la manera que las raíces de las plantas nacidas sobre el mantillo pueden atravesar las hojas muertas sepultadas en él». Para explicar este fenómeno, añade Renier que dichas raíces han penetrado en los sedimentos en una «fase tardía», comportándose en el muro de forma análoga a la de los *Coalballs* o nódulos de caliza con restos de flora o fauna, que aparecen dentro de la misma masa del carbón, en plena capa de hulla. Y después de estas y otras consideraciones análogas, llega el notable geólogo belga a la conclusión de que «para el paleontólogo el muro de una capa de carbón no es otra cosa más que un suelo de vegetación, conservado en estado fósil» (op. cit., pág. 29).

Entre los numerosos ejemplos que pudieran presentarse de muros de capas totalmente exentas, no sólo de cepas sino de las más insignificantes radiceles y de otros vestigios vegetales, pueden citarse en primer lugar la casi totalidad de las capas de la cuenca central de Asturias, en la que el mismo Grand'Eury, en sus dos visitas efectuadas a esta cuenca, la primera en 1892 y la segunda dos años después, en compañía de A. Briart (op. cit., pág. 162), confiesa no haber visto tallos arraigados más que a la entrada del valle de Turón, lo que le hizo pensar si debiera volverse a la idea de que la materia carbonosa de que están formadas las capas procede en realidad de grandes pantanos hulleros que bordearan la cuenca de depósito. Observó también varios grupos de capas de 0,80 a 2,50 metros de espesor, que presentan una gran regularidad bajo bancos de caliza con *Cardium* y *Encrines*.

En la cuenca del Donetz, del mediodía de Rusia, tan parecida litológica y paleontológicamente a la de Asturias, salvo el mucho más importante espesor de sus sedimentos

estériles, sólo existen dos capas (1), la l_3 y la l'_3 del grupo C^6_2 (que se paraleliza con nuestro grupo «Entrerregueras») que presentan lechos de pizarras con *Stigmaria*, pero no *solamente* en sus muros, sino también en sus techos, y la primera de ellas, lo mismo que la observada por Grand'Eury en Asturias, en vez del techo pizarreño con *Stigmaria* tiene, a veces, por techo, un banco de caliza con fauna marina.

Respecto a la verdadera naturaleza de las *Stigmarias*, con sus *apéndices* y *radicites*, *Stigmarias autónomas*, *rampantes*, etc., y de los «suelos fósiles» de las cuencas hulleras, se ha escrito mucho y se ha discutido ampliamente, sin haberse podido llegar, hasta ahora, a un reconocimiento formal de su verdadera significación y, por lo tanto, de su papel en la génesis de las capas de hulla.

Ya hemos visto las dudas de Grand'Eury acerca de este asunto, tal vez entre cuantos geólogos que han estudiado con mayor atención y detalle las particularidades de los estratos hulleros, el que más ha profundizado en ellos y ha reproducido gráficamente durante muchos años, con gran fidelidad, el mayor número de muros y techos de capas, con restos vegetales fósiles, legándonos una preciosa y abundante documentación sobre la materia.

La disparidad de opiniones es grande. Mientras que Grand'Eury, Potonié y Dawson, por ejemplo, consideran que la vegetación carbonífera ha dado origen por *autoctonia*, en general, y *tourbage* a las capas de hulla (rechazando la teoría de la *submersión*), por el contrario, el geólogo belga Renier y otros muchos, creen que la formación de

(1) Según los cortes de las venas explotables del magnífico estudio de esta cuenca, hecho por L. Loutouguine, «Carte géologique détaillée du bassin houiller du Donetz». 1911.

estas capas se ha efectuado por el mecanismo de la submersión intermitente de los bosques hulleros; y el geólogo americano Lesquereux, deja reducido el papel de las *Stigmarias*—según carta que escribía a Grand'Eury, poco tiempo antes de su muerte—al de órganos de algas marinas o al de simples raíces de plantas acuáticas de pantano.

La inseguridad en el juicio que merece a los geólogos más distinguidos de diversos países esta interesante cuestión es bien notoria. A este objeto, recordamos que hace algunos años, en ocasión de celebrarse una de las excursiones del Congreso Geológico Internacional celebrado en Madrid, en 1926, tuvimos ocasión de conversar y cambiar algunas impresiones sobre la génesis de las capas de carbón de la cuenca de Tineo (Asturias) con el Dr. Kukuk, Director del Distrito Geológico de la Asociación de Mineros de Westfalia, en Bochum, y profesor de Geología aplicada de la Universidad de Münster, personalidad científica de indudable relieve en Europa.

Viéndole escarbar, con su martillo, en el muro pizarreño de una capa de carbón, poco inclinada, que afloraba en el talud del camino sobre el que nos hallábamos, le preguntamos si él también, como su compatriota Potonié y otros muchos de sus colegas, creía en la formación *in situ* de las capas de hulla, sobre todo en el caso concreto de aquella cuenca de Tineo, cuyos estratos descansan con suave inclinación sobre el macizo, muy plegado, cambriano-siluriano de aquella región occidental de Asturias.

Kukuk, por toda respuesta, escarbó con mayor ímpetu en el muro de la capa y al poco rato nos mostró una briznilla fosilizada (*radicites*) de *Stigmaria*, y nos aseguró muy formalmente que aquel muro era un suelo fósil de vegetación y que, por lo tanto, la cuenca de Tineo era de formación *autóctona*.

Nosotros le replicamos que dada la estructura tectónica de aquella cuenca, cuyo substratum formábanlo las capas muy compactas y plegadas, con anterioridad, de los períodos cambriano y siluriano, eran inadmisibles, en este caso, los movimientos sucesivos e intermitentes de los estratos hulleros, necesarios para la formación de las capas de combustible, según la *Peat-bog-theory* o de la formación *in situ*, movimientos que, de otra parte, no habían dejado la más insignificante huella en las capas carboníferas. Kukuk se encogió de hombros y proseguimos nuestro camino.

Algún tiempo después, en el mes de junio del siguiente año, apareció en el número 24 de la revista «Glückauf» un trabajo del Dr. Kukuk, acerca de los yacimientos carboníferos asturianos (1), en el cual, aquel distinguido geólogo, se expresa del siguiente modo:

«El Estefaniense está bien descubierto en la pequeña cuenca carbonífera de Tineo..... Esta cuenca, la más occidental de Asturias, yace discordante sobre el Cambriano medio del río Narcea («calizas de Vegadeo» y «pizarras de *Paradóxides*»). Todas las circunstancias acusan la accidentada historia de la Cordillera Cantábrica..... El muro de la capa de Tineo no da la impresión de ser lecho de raíces, de una capa autóctona. No se encuentran en él las *Stigmarias* típicas ni la pizarra arcillosa se halla atravesada, en la forma conocida por los apéndices de *Stigmaria*.

»Como quiera que sólo pueden observarse *apéndices* y *radicites* aislados, quisiera admitir, con reserva, teniendo en cuenta otras señales características de los yacimientos

(1) Este trabajo de Kukuk ha sido traducido al castellano por el Ingeniero de Minas D. Carlos Orti, y fué publicado en los números 314 y 315 (junio, 1928) de la extinta «Revista Industrial Minera Asturiana».

del Estefaniense, que se trata aquí de una sedimentación *alóctona* de las capas».

La presencia, bastante frecuente en muchas cuencas hulleras, tanto en los techos como en los muros, y aun dentro de las mismas capas de combustible, de cantos rodados silíceos, de areniscas de todas clases, de pizarras, etcétera, y hasta de trozos de carbón, suscita también muchas dudas acerca de la génesis de dichas capas, llegándose a conclusiones completamente dispares.

Por ejemplo Barrois, el insigne patriarca de la geología francesa, en su estudio acerca del origen de los sedimentos clásticos y de los cantos rodados erráticos encontrados en la cuenca del Norte de Francia (1), da cuenta de sus observaciones sobre un considerable número de estos cantos rodados (más de un millar), de los cuales se deduce que el 95 % de dichos cantos son de edad hullera (dominando las areniscas feldespáticas y cuarcitosas) y solamente el 5 % pertenecen a rocas de edad anterior al Carbonífero (2).

(1) Dr. Ch. Barrois. «L'origine des sédiments houillers clastiques et des galets erratiques trouvés dans le bassin du Nord de la France». Internationaler Kongress für Bergbau, Huttenwesen Angewandte Mechanik Praktische Geologie. Düsseldorf, 1910.

(2) La naturaleza de la inmensa mayoría de los cantos rodados que se encuentran en los estratos carboníferos, hace insostenible la opinión de Renier respecto a la constancia del nivel de las aguas en las cuencas hulleras westfalienses. Por el contrario, todo hace suponer que durante el proceso sedimentario, dicho nivel descendía lentamente dejando al descubierto los estratos periféricos de la cuenca, cuyos materiales servían en parte para formar los nuevos estratos hulleros. Al mismo tiempo que el mar se retiraba, el centro de la cuenca se hundía en masa, lentamente, buscando su equilibrio isostático, y entretanto proseguía el proceso sedimentario con disminución gradual de las áreas de depósito.

Tales son, a nuestro juicio, las características del relleno de las cuencas regresivas.

De este estudio llega Barrois a conclusiones interesantísimas, entre las cuales es pertinente citar aquí la que se refiere al tiempo necesario para la formación de las capas. «La existencia—dice Barrois—en la cuenca del Norte de cantos rodados formados de una manera continua durante la época carbonífera, a expensas de los sedimentos hulleros más variados, establece que la transformación de estos diversos sedimentos blandos en pizarras hojosas, cuarcitas, sideritas, pudinga y carbón, ha debido hacerse rápidamente en períodos sensiblemente equivalentes al tiempo que separaba la formación de dos venas superpuestas, consecutivas. Las acciones secundarias que han influenciado posteriormente la composición del conjunto de la serie hullera, han obrado sobre rocas ya consolidadas».

En cambio Grand'Eury, analizando el mismo hecho de la existencia de los cantos rodados en las capas hulleras, discurre del siguiente modo (op. cit., pág. 171): «La hulla se ha acumulado con gran lentitud.... Esta lentitud se acusa principalmente por la conjunción de bancos y capas de hulla separados por depósitos de mayor o menor espesor de rocas variadas.... También a causa del enorme tiempo transcurrido en la formación de estas capas y de los tramos intercalados, no debemos asombrarnos de encontrar cantos rodados y trozos de hulla arrancados de ciertas capas y repartidos en su techo.... Todo concurre a demostrar que las capas de hulla se han formado con una extrema lentitud bajo las aguas de turba que las han sustraído a la destrucción».

El hecho más notable y fundamental, que admiten hoy todos los geólogos, es que en las capas de hulla se observa claramente una estructura estratificada. Esta estratificación se manifiesta, a veces, bien patente en lechos delgados

alternantes de hulla mate (*Dureno* o *Duraina*) y hulla brillante (*Vitreño* o *Vitreína*).

Una capa de hulla es, en realidad, una roca combustible estratificada.

Este hecho lo ha dejado bien sentado Grand'Eury con su copiosa y excelente documentación gráfica, y por nadie ha sido seriamente desmentido.

Los modernos estudios microscópicos sobre el carbón, de Duparque, Stach, etc., así lo confirman indiscutiblemente (1).

De otra parte, no hay ninguna relación directa entre una capa de carbón y su muro. En general, la junta de separación entre ambos estratos es tan clara como entre los demás estratos hulleros, de distinta naturaleza física y sedimentaria. Y lo mismo ocurre con el techo.

Muro, capa de carbón y techo, se han formado durante tres procesos sucesivos y distintos de la sedimentación. Pero no ha existido durante ellos, a nuestro juicio, ninguna *laguna estratigráfica* en el verdadero sentido geológico de esta palabra.

Ninguno de los materiales que han sido arrastrados al seno de las aguas, ha dejado de estratificarse oportunamente, cada uno de ellos en su punto y hora, obedeciendo exactamente el turno riguroso impuesto por las leyes físicas que regulan la caída de los cuerpos en un medio líquido.

Bien conocidos son, de todos los profesionales de mi-

(1) Véanse, principalmente, los siguientes trabajos:

A. Duparque. «Les différents types pétrographiques de houilles du Nord de la France». Revue de l'Industrie Minérale, n.º 333. Nov. 1934.

Erich. Stach. «Kohlenpetrographisches Praktikum». Berlin, 1928.

na, los estudios teóricos y experimentales de Rittinger y de Thoulet, sobre la caída de los granos o partículas de sustancias inorgánicas, minerales y gangas, en el agua. Modernamente se han efectuado también estudios muy interesantes sobre las condiciones en que se efectúa esta caída, en un líquido en reposo, con los recursos de las cintas cinematográficas y hasta simplemente con el de máquinas fotográficas, que automáticamente y a intervalos determinados, fueran tomando vistas de las distintas fases de esta caída.

Recordemos que se llaman granos *isodromos* o *equivalentes*, y también *equidescendentes*, a las partículas minerales que al caer en un líquido descienden hasta el fondo con la misma velocidad (1).

Cuando caen sobre la superficie del agua contenida en un recipiente varios granos o partículas de distinta naturaleza y tamaños, al ser solicitados por la acción de la gravedad en su caída, se observan dos períodos. Al iniciarse el descenso, las partículas se comportan como si lo hicieran en el aire, es decir, caen con velocidad uniformemente acelerada y ellas mismas se ordenan y se clasifican con arreglo a su tamaño y densidad; las partículas *isodromas* o *equivalentes* se agrupan en tongadas o zonas horizontales, paralelas. Esta autclasificación es brevísima; en general, solamente de segundos. Tras este período, en el que se formaron las zonas del mismo valor isodrómico, colocadas en la vertical por orden de densidades, comienzan a descender estas zonas *uniformemente y en bloque*, conservando en ellas su posición todas las partículas, *como si estuvieran congeladas*, manteniendo constante su sepa-

(1) Los alemanes emplean en este caso la palabra *gleichfälligkeit* (acción de caer semejantemente).

ración y sedimentándose en el fondo por el mismo orden en que se dispusieron al fin del primer período.

Las fotografías, convenientemente ampliadas, de las distintas posiciones que van ocupando en su caída las zonas isodromas, prueban que éstas se hallan constituidas en su mayor parte por granos de la misma naturaleza y de igual tamaño, y por otros que, aunque no sean de la misma naturaleza, su tamaño guarda con el de los primeros una relación constante, o sea, que en todas las partículas *isodromas*, el producto de su dimensión principal media por su densidad en el agua es una cantidad constante.

Cuando un cuerpo cae en un medio líquido que le ofrece una cierta resistencia, o sea, que ejerce sobre él una acción retardatriz en su caída, designando por V su volumen, d su densidad y D la del medio líquido, su peso en este medio será:

$$p = V \times (d - D)$$

en el agua dulce, $D = 1$ y entonces:

$$p' = V \times (d - 1)$$

en el agua del mar, $D = 1,026$ y entonces:

$$p'' = V \times (d - 1,026)$$

luego

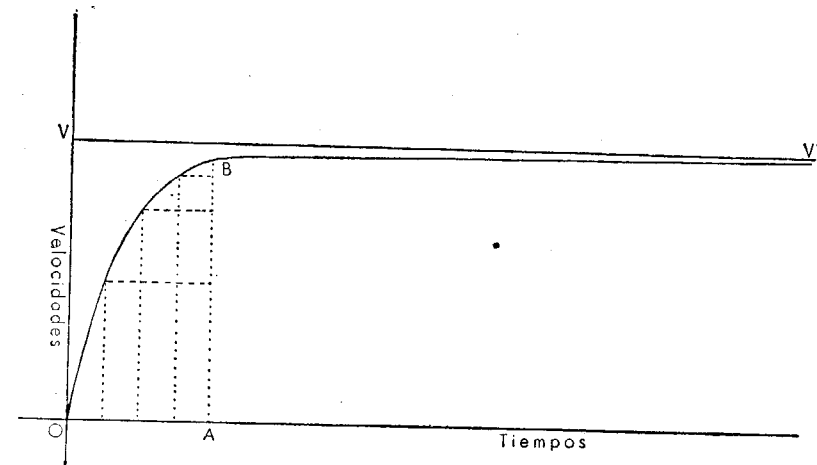
$$p'' < p'$$

La resistencia dinámica o acción retardatriz que experimenta un cuerpo en su caída en el mar es evidentemente mayor que la que experimenta en el agua dulce, de donde se deduce que la separación isodrómica en el mar se hace mejor que en el agua dulce.

Teórica y experimentalmente se ha determinado la ley que siguen las velocidades de caída de las partículas materiales en función del tiempo, y se han obtenido fórmulas que permiten conocer su valor para un tiempo determinado. En un sistema de ejes rectangulares, la curva que represen-

ta dicha ley, teniendo por abscisas los tiempos y por ordenadas las velocidades, arranca del origen y tiene la forma que puede observarse en la figura adjunta.

En esta curva se delimitan perfectamente los dos períodos de la caída: el primero, brevísimo, corresponde al tiempo OA que emplean las partículas animadas de un movimiento uniformemente acelerado, como si cayeran en el



aire, en su autoclasificación por orden de densidades; transcurrido el tiempo OA la curva representativa de la caída experimenta una brusca inflexión, y se coloca casi paralela al eje de las equis, tendiendo a convertirse en tangente de la recta $V'V'$, paralela al mismo eje, trazada a una distancia del origen igual a la velocidad límite de las partículas. En la práctica, esta rama BV' de la curva se confunde con su asíntota $V'V'$. Rittinger (1) halló que esta velocidad lími-

(1) Rittinger. «Lehrbuch der Aufbereitungskunde».

te y constante, a la cual descienden las distintas zonas paralelas, se halla relacionada con la dimensión media l de las partículas isodromas y con su densidad d , por la fórmula siguiente:

$$v = K \cdot \sqrt{l \cdot (d - 1)}$$

el valor del coeficiente K más generalmente empleado es el de $K = 2,44$ para el agua en reposo.

Las cuencas carboníferas, aunque rodeadas casi completamente por relieves montañosos, debieron estar, a nuestro juicio, en franca comunicación con el mar, y constituirían, por lo tanto, mares interiores más o menos profundos que iban siendo rellenados por los aportes terrígenos de las aguas continentales. Durante los enérgicos ciclos erosivos de la época hullera, el bosque carbonífero, implantado en las laderas y valles inmediatos a la cuenca en vías de relleno, era abatido y arrasado en unión de los materiales rocosos que a su paso encontraban las aguas, y todas estas sustancias iban a caer a la cuenca marina, depositándose en ella según el orden marcado por la ley de la isodromía.

En general, los detritos rocosos arrastrados por las aguas eran de pequeño tamaño, debido, sin duda, al largo transporte que éstos experimentaban y a la naturaleza, por lo común deleznable, de las rocas desagregadas. Debe tenerse en cuenta también que muchos de los materiales que han formado los estratos hulleros provienen de la destrucción de las mismas hiladas carboníferas más inferiores, emergidas durante el proceso del relleno de la cuenca. Recuérdese que Barrois, por el examen de un gran número de rocas de la cuenca franco-belga, ha demostrado que la mayoría de los terrenos de relleno de esta cuenca proceden de las hiladas del terreno hullero inferior, lo que viene a explicar la existencia de cantos rodados de cuarcita, are-

nisca y carbón dentro de las mismas capas de combustible y en sus rocas encajantes (1).

La pequeñez de estas partículas rocosas, de distinta naturaleza, favorecería, indudablemente, su separación isodrómica, pues la resistencia dinámica que les ofrecerían las aguas salobres las mantendría flotantes durante el tiempo necesario para esta separación y también para su más uniforme distribución en todo lo ancho de la cuenca. Así se explica que al sobrevenir un recrudescimiento de los ciclos erosivos, como el que ha dado origen al depósito de la puddinga H_{1c} del tercio inferior del westfaliense, la violencia dinámica de desagregación y arrastre fuera tal que el transporte de los materiales cuarcitosos produjera el redondeamiento de los cantos más voluminosos, los que, sin flotación previa, se depositarían en los bordes de la cuenca, en tanto que las partículas silíceas, más finas, manteniéndose flotantes durante algún tiempo, irían a sedimentarse en las regiones más interiores de aquélla.

No hay comparación posible entre las condiciones generales que presidían la sedimentación de una cuenca hullera y los fenómenos de aterramiento actuales. El régimen climático era, entonces, de una gran uniformidad sobre toda

(1) Este hecho, bien comprobado en las cuencas hulleras, de la formación de estratos a expensas no sólo de los materiales correspondientes a terrenos anteriores, sino a otros un poco más antiguos de la misma formación, es la causa de algunas mezclas paleontológicas que se observan en ciertas hiladas del hullero y de otras series geológicas. De ahí el exquisito cuidado que exige el examen de los fósiles que no se encuentran *in situ*, o sea, en su mismo lecho vital, y las falsas deducciones de orden estratigráfico a que su hallazgo puede conducir. Por esta causa, la fauna marina, sorprendida en plena vida por el aluvión sedimentario, reviste para la paleontología hullera una importancia excepcional, mucho mayor, a nuestro juicio, que la de los restos vegetales, cuyos verdaderos «suelos de raíces» han sido destruidos, en general, por la erosión, y no podremos conocerlos jamás.

la tierra, ofreciendo el mismo ritmo de universalidad los ciclos erosivos. La atmósfera hallábase cargada de anhídrido carbónico y las estaciones no se hallaban diferenciadas aún, al menos en la forma actual, con cuatro intervalos distintos en el transcurso de una rotación completa del planeta alrededor del sol. El clima, en la época hullera, fué algo semejante al de la zona ecuatorial de hoy, pero entre la variación de los cambios atmosféricos y la intensidad y duración de las precipitaciones acuosas de entonces y las que actualmente rigen no existe una común medida. Por esta razón es de todo punto impropio pretender deducir de la observación de los fenómenos geológicos actuales lo que ha pasado en tiempos tan alejados de nosotros como son los de la época hullera. Es verdaderamente pueril, por ejemplo, el asombrarse de que en los mares actuales la vegetación apenas pueda transformarse más que en lignito, pues el grado de salinidad de sus aguas las hace casi antisépticas y, por tanto, inadecuadas para una carbonización completa microbiana. De otra parte, los grandes océanos actuales, como los análogos de la época hullera, no reúnen las condiciones necesarias para esta clase de sedimentaciones.

Por la misma razón, tampoco debe extrañarnos de que en los lagos de agua dulce africanos, situados hacia las fuentes del Nilo, rodeados de un importante relieve montañoso cubierto de grandes bosques, no se forme hulla en las estratificaciones de sus deltas, que se hallan sometidos a inundaciones periódicas, porque el régimen climático actual, muy diferente en cuanto a intensidad y variación al de la época hullera, no puede producir los enérgicos ciclos erosivos capaces de destruir, arrasar y transportar, en brevísimo tiempo, sin dar lugar a la acción oxidante de la atmósfera, grandes masas arbóreas en considerables exten-

siones. Con aquel régimen pluviométrico hace mucho tiempo que dichos lagos se hubieran aterrado por completo.

Al diferenciarse las estaciones la atmósfera se purifica, haciéndose más oxidante y dificulta, por tanto, la conservación de las materias vegetales antes de su sedimentación para formar una capa de combustible. De ahí la escasez, relativa, y la distinta calidad de los carbones secundarios y terciarios, formados en análogas condiciones geográficas a las de la época hullera, pero en regímenes climáticos muy diferentes. Y lo mismo le ocurre a la turba actual, que jamás llegará a transformarse en hulla, porque el proceso de su carbonización es mucho más limitado, dadas la calidad de la materia vegetal de donde procede y las condiciones de su sedimentación.

La atmósfera cargada de anhídrido carbónico de la época hullera, favorecería la conservación de los restos del bosque carbonífero durante el tiempo, más o menos largo, que pudiera transcurrir desde el momento de su destrucción y arrasamiento hasta el de su depósito en la cuenca de recepción. Pero todo hace suponer que este tiempo debió ser muy breve, por la gran energía pluviométrica de aquella época, de ningún modo comparable a la de los períodos lluviosos más violentos y tenaces de la era actual. El aporte extraordinario de agua dulce con que estos ciclos erosivos nutrirían las cuencas marinas rebajarían, sin duda, en una proporción importante, el grado de su salinidad, y esta salinidad rebajada, en nada estorbaría el proceso de carbonización de estas enormes masas vegetales, flotantes entre dos aguas, hasta que suficientemente avanzada su maceración microbiana, al abrigo del aire, los lodos o mantillos carburados amorfos, base de los combustibles fósiles, fueran a depositarse al fondo de la cuenca, cerrándose así el ciclo erosivo.

La masa vegetal, desprovista por levigación y autoclasificación, durante el tiempo de su flotación, de tierras y sustancias solubles, se purifica y prepara, por decirlo así, para formar una vena limpia de combustible, cuyo análisis es bastante distinto del que acusan las cenizas de los vegetales actuales, carbonizados. Y es lógico que así ocurra, pues ni la naturaleza de los vegetales hulleros, ni las condiciones en que se efectuó el proceso de su carbonización, han sido iguales ni pueden ser hoy reproducidas. La levigación previa y las reacciones bioquímicas experimentadas por los vegetales hulleros, son la causa de que la clase y proporción de las cenizas de las hullas no sean comparables, en modo alguno, a las de la madera de los bosques que hoy conocemos.

Depositados, pues, en cada ciclo erosivo, los estratos inorgánicos, cierra este ciclo, por su menor densidad, la materia vegetal.

Cada capa o filete de carbón representa, por tanto, de una manera general, el fin de un «estadio» o proceso sedimentario.

Depositada la capa vegetal, que ha de ser transformada en carbón, y cesadas las lluvias, solamente pueden seguir estratificándose, en fase tardía, finas partículas arcillosas que se mantienen en suspensión, en las aguas, durante un cierto tiempo. Estos finos depósitos pizarreños, generalmente de pequeño espesor, situados en el techo de las capas de hulla, suelen encerrar restos más o menos numerosos de fauna marina. Su existencia demuestra, por lo tanto, que el medio biológico después del ciclo erosivo y sedimentario que acaba de pasar, ha vuelto a ser favorable para el desenvolvimiento de la vida en el fondo de la cuenca. Probablemente en estas épocas de calma sedimentaria, luciría espléndido el sol y la vegetación hullera se apresu-

raría a crecer y desarrollarse, para estar pronta a formar los nuevos lechos de combustible. La vida, exuberante y varia, reinaría en mares y continentes, cumpliendo así los fines misteriosos impuestos por el Creador.

Pero entretanto, un nuevo ciclo erosivo y sedimentario se prepara. La intensa evaporación de las aguas terrestres, producida por un sol tropical, durante estos períodos de calma, forma ya grandes masas de nubes que transportadas por los vientos y acompañadas de bruscos descensos de temperatura, bien pronto se desharán sobre la tierra en formidables e impetuosas mangas de agua torrencial que, después de arrancar y triturar los elementos rocosos de las altas cimas que bordean las cuencas de depósito, se precipitarán por sus laderas destruyendo y arrasando todo lo que encuentran a su paso. Cuando estas aguas, con su enorme carga de restos vegetales arrancados a los bosques carboníferos y sus detritos inorgánicos, lleguen a los mares interiores, en calma, en cuyo fondo han de depositarse, la vida submarina que no haya podido ponerse a salvo, oportunamente, es sepultada bajo los nuevos lechos sedimentarios y perecerá. Perece el bosque y perecen millares de seres que vivían tranquilamente en las aguas salobres de las cuencas hulleras, pero en cambio se forman nuevos sedimentos rocosos que contribuyen a su relleno y nuevas capas de combustible que constituyen las reservas de energía que, andando el tiempo, ha de captar y transformar el hombre, empleándola en sus usos y necesidades.

Al terminar el período erosivo, sobre los lechos de la sustancia vegetal, recién depositados, y que cerraron el ciclo sedimentario, de nuevo vuelve a enseñorearse la vida en el mar, y una cosa análoga ocurre en la tierra firme.

Claro es que no en toda la extensión de los techos de las capas de hulla se encuentra fauna marina, pues ello im-

plicaría la uniformidad de distribución de esta fauna sobre toda la superficie de la cuenca y esto no es admisible; como tampoco es condición precisa para encontrar un lecho de fauna marina, que este lecho se halle sobre una vena o sobre un filete de carbón.

Desde luego que esta última circunstancia es general en las cuencas hulleras, pero existen también lechos de fauna marina en tramos estériles, interestratificados en bancos desprovistos en absoluto de filetes carbonosos. *El lecho de fauna marina implica solamente un reposo en la sedimentación y, naturalmente, este reposo pudo darse sin que se haya formado ninguna capa de combustible.*

De otra parte, se encuentran también en algunas cuencas hulleras, principalmente en las del Donetz, de Rusia, y en las de Asturias, capas de caliza, situadas generalmente al techo de las venas de carbón y que se consideran, por muchos geólogos, como *capas marinas de origen orgánico*, o sea capas construídas por organismos de caparazón calizo, en el seno de las aguas marinas.

Estos bancos de caliza, aun dentro de la misma cuenca, no son continuos, en general, sino que ofrecen un carácter esporádico, principalmente los que se presentan en el centro de la serie estratigráfica. En Aller, por ejemplo, de la cuenca central de Asturias, existen varios banquitos de caliza al techo de ciertas capas o filetes de carbón, que no se encuentran en Mieres ni en Langreo, de la misma cuenca; pero en cambio, cosa bien singular, se encuentran en el mismo horizonte estratigráfico de una región de la cuenca belga, como luego hemos de ver.

En la cuenca del Donetz, de Rusia, existen también numerosos banquitos de caliza con fauna marina, principalmente de fusulinas, que ofrecen asimismo igual carácter intermitente.

En Asturias, sobre todo en el tercio inferior de la cuenca, y en el subtramo de la Oscura de Adaro, o sea en el westfaliense inferior (namuriense) y en el superior, respectivamente, abundan estos banquitos de caliza, plagados de fauna marina.

El origen de estos bancos de caliza, hulleros, se debe a nuestro juicio, a la redisolución por las aguas del carbonato de cal, de rocas preexistentes, regeneradas, por precipitación química en el seno de la cuenca hullera.

Estos sedimentos calcáreos han sorprendido en plena vida a las conchas marinas y las han fosilizado.

En cuanto a los llamados por los geólogos «suelos de vegetación», su mismo carácter esporádico denota la inconsistencia de las pruebas que se han aportado para considerarlos como los verdaderos «lechos de raíces» del bosque hullero. Hace algunos años no se creía en la existencia de estos «suelos de vegetación», y hasta el mismo Grand'Eury expuso sus dudas, después de su visita a la cuenca de Asturias, como queda dicho. Pero Renier, el distinguido geólogo belga, volvió a resucitar, últimamente, esta teoría que parecía ya juzgada.

No obstante, la observación atenta de los muros de las venas de carbón y la de los cortes estratigráficos que nos presenta Grand'Eury en sus «Investigaciones geobotánicas», demuestra claramente el proceso sedimentario de las series estratigráficas que presentan los supuestos «suelos de vegetación», no solamente en los muros de las capas de combustible sino en sus mismos techos, y hasta se interestratifican en los tramos estériles (ejemplos gráficos: láminas 3.^a, 4.^a y 5.^a).

Las grandes cepas que se observan, como una excepción, en el muro de algunas capas de hulla, de ciertas cuencas, con sus raíces hundidas en la roca del muro, sólo

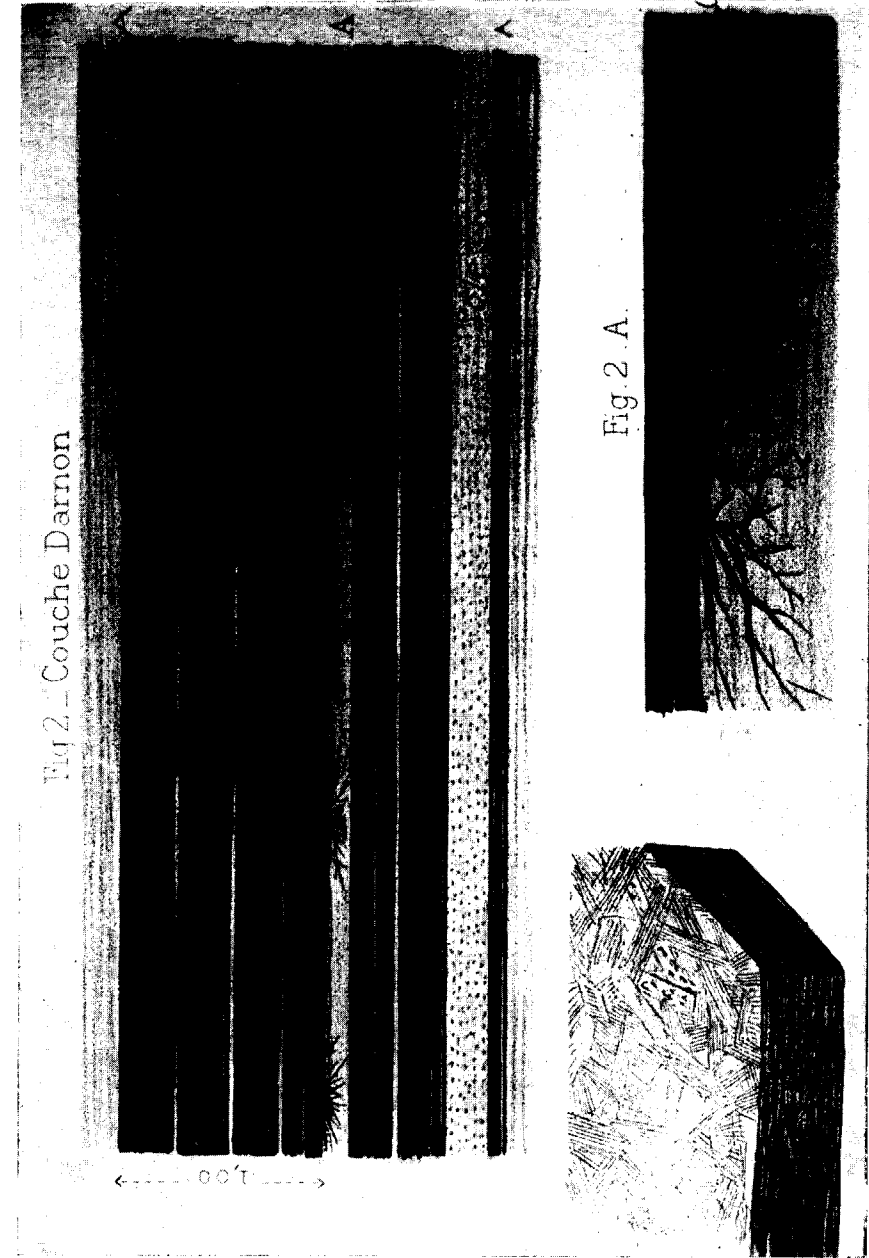
representan, a nuestro juicio, una mera apariencia de «suelos de raíces» y constituyen más verosímilmente *la primera hilada sedimentaria vegetal, que ha venido a depositarse y a hincarse en el muro pizarreño, al final de un ciclo erosivo.*

Es natural que estas cepas, que han escapado, por circunstancias especiales, a los efectos destructores del transporte y de la maceración se depositen, por su mayor densidad, y por su forma, en la primera fase de la sedimentación vegetal. Tampoco debe producir extrañeza que estas cepas, una vez asentadas en su nuevo lecho, y conservando algo de su actividad vital, hayan producido plúmulas y radículas que se hundirían en el estrato arcilloso recién formado, atravesando, cuando los encontraran a su paso, restos estratificados de sustancias vegetales aisladas.

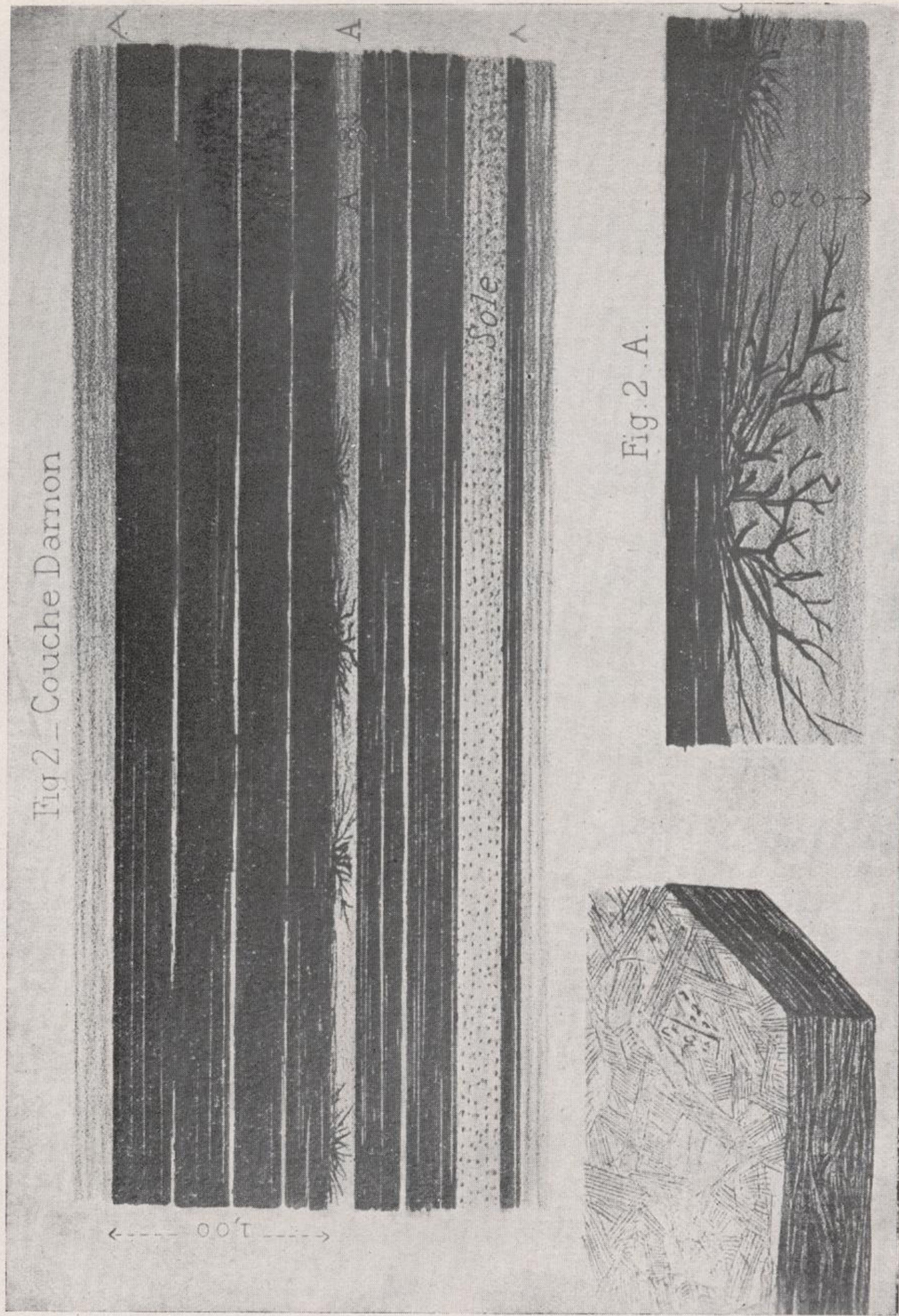
En resumen, estos aparentes «suelos de vegetación», que se encuentran en algunas cuencas hulleras, discontinuos, esporádicos, en los que se ofrecen las cepas arrasadas en una posición que recuerda la que tenían en el bosque, no son más que «suelos de raíces», arrancados por las aguas y transportados a las cuencas, en las que, al llegar su turno, se depositaron con los demás materiales.

Inquiramos cuál ha sido la historia sedimentaria de una de las capas más conocidas de nuestra cuenca hullera central, de Asturias. Analicemos, por ejemplo, el complejo estratigráfico, de unos 40 metros de espesor, al que pertenece la capa «Voz» («Escribana»), tal como se nos ofrece en las minas del Fondón, de Sama de Langreo (lám. 6.^a).

De abajo a arriba, este complejo estratigráfico se halla constituido de la manera siguiente: carbonero, con nivel de fauna marina al techo; sobre éste, estratos de pizarra arcillosa, de unos seis metros de espesor; banco de arenisca dura y compacta, el más notable de toda la cuenca

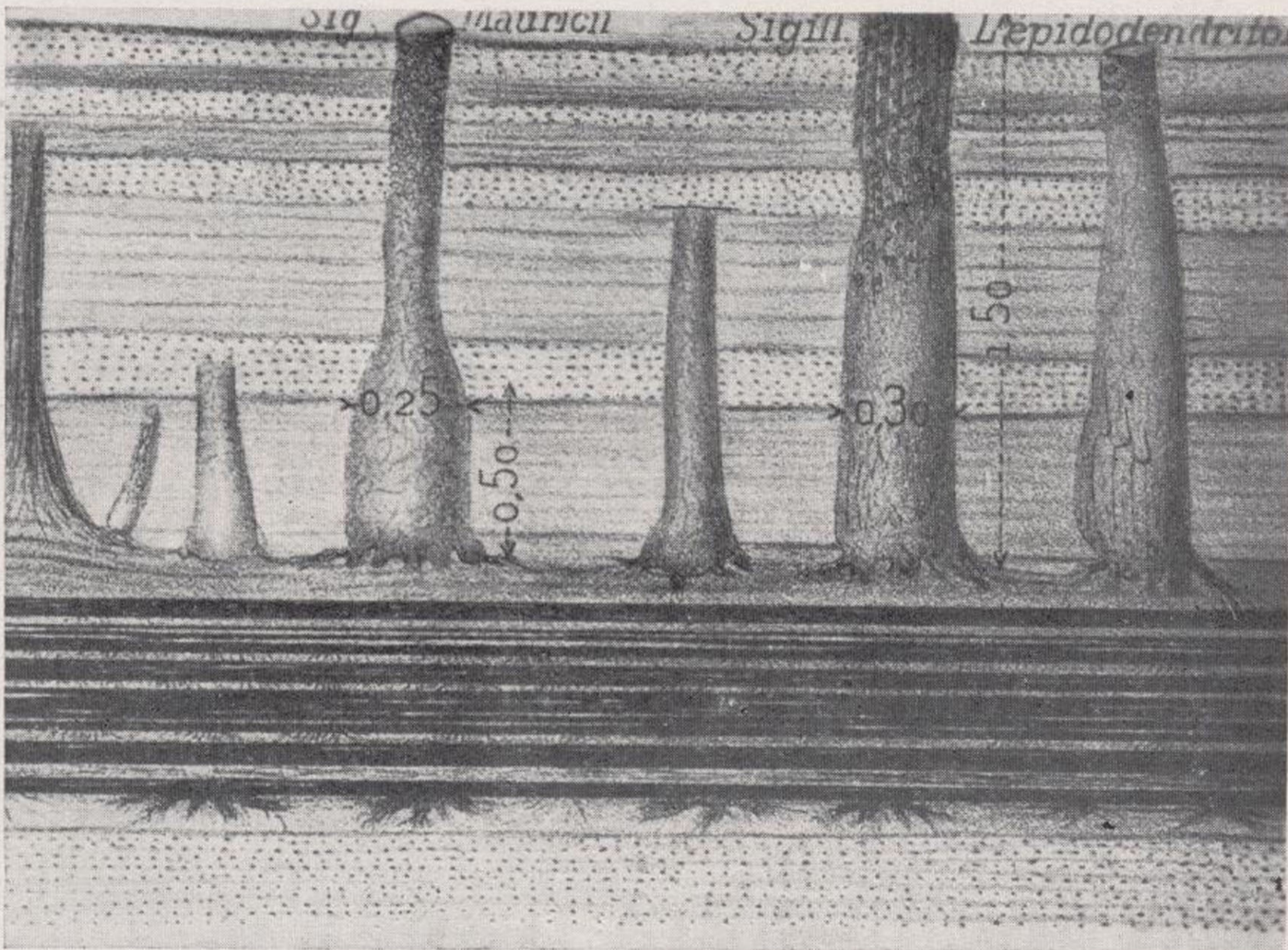


Estructura perfectamente estratificada de una capa de carbón.
A, lecho de pizarras que simula un suelo de raíces



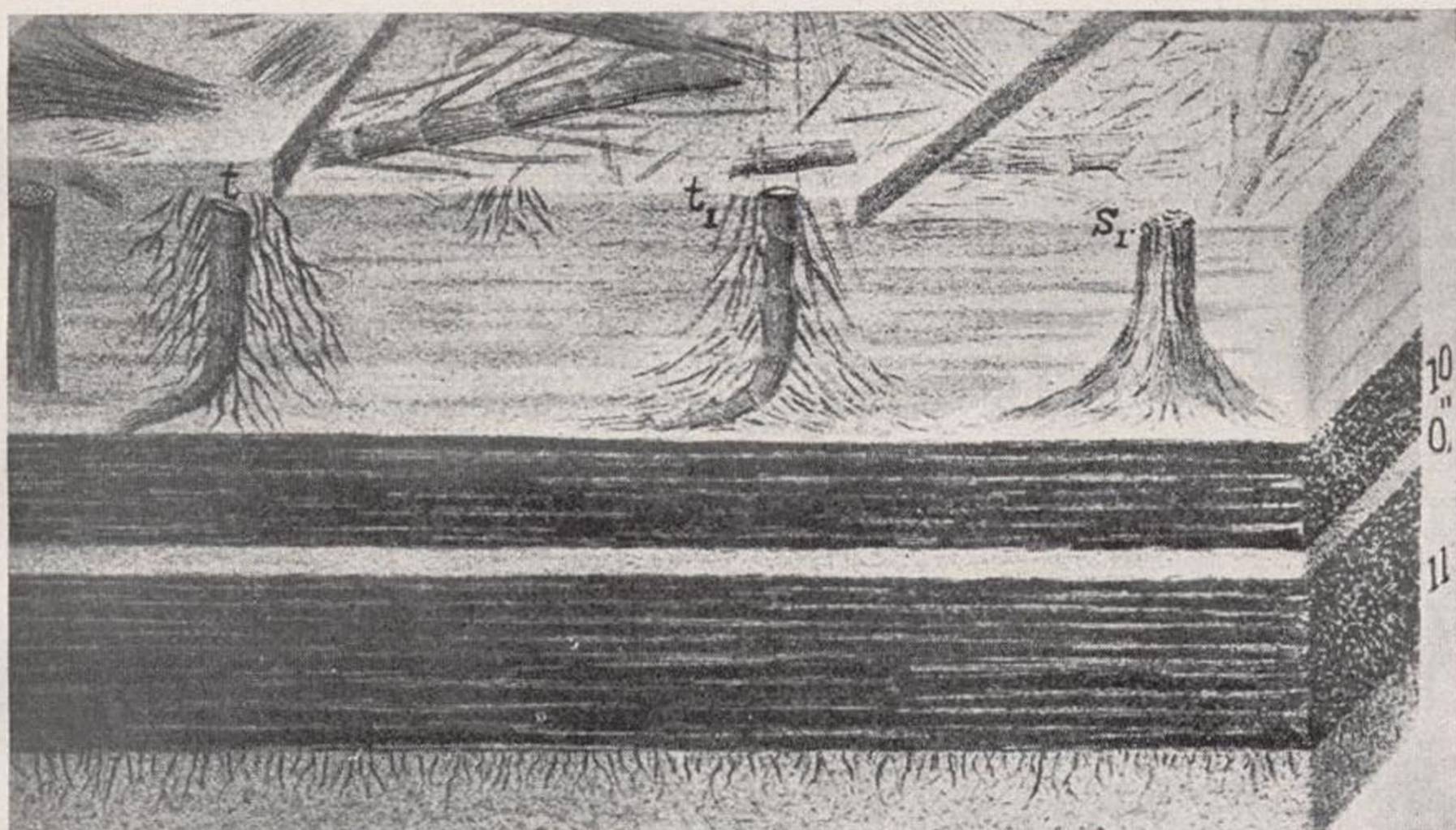
Estructura perfectamente estratificada de una capa de carbón.
A, lecho de pizarras que simula un *suelo de raíces*



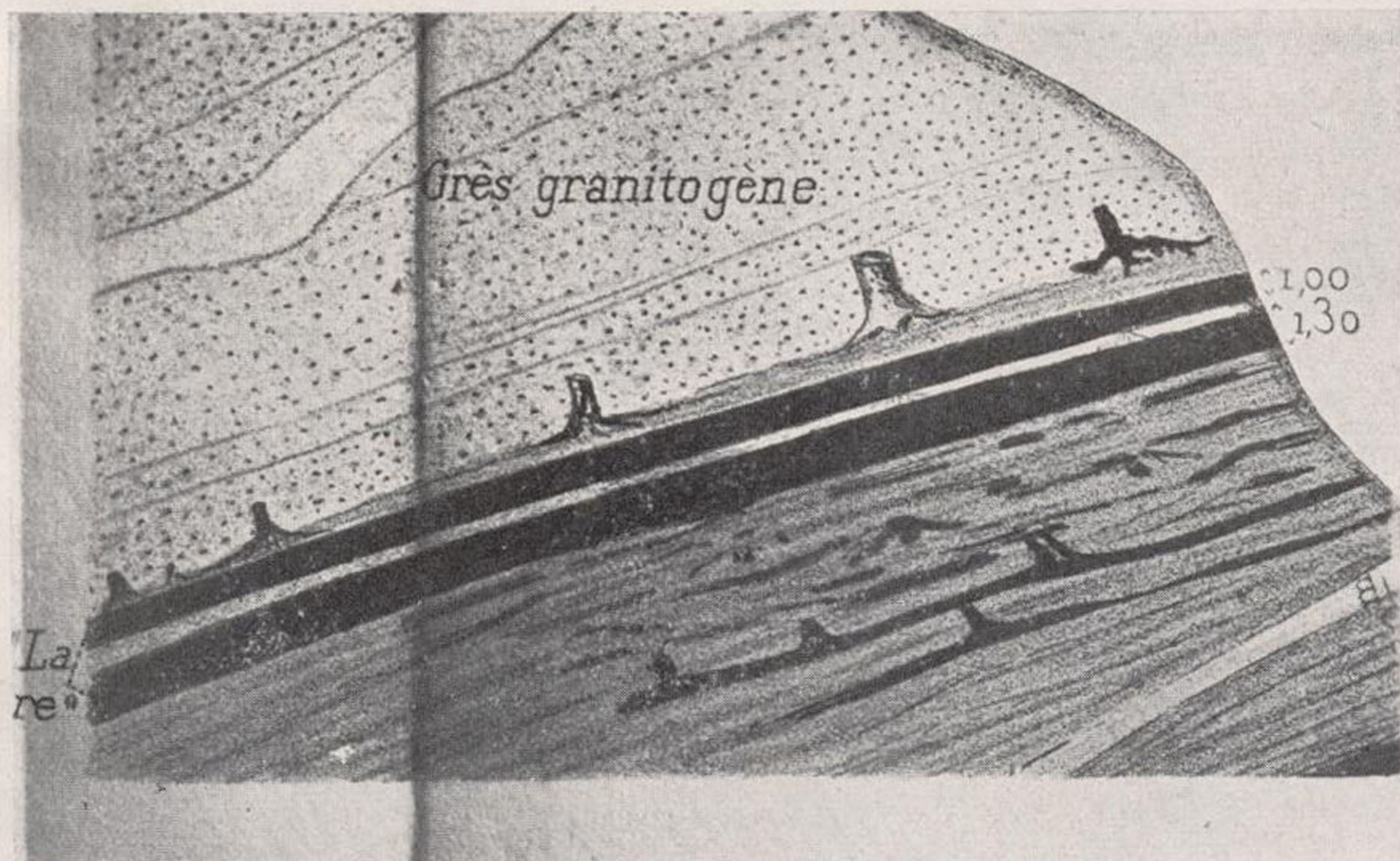


Especial estructura de una capa bien estratificada con troncos de pie en el techo y un *lecho de raíces* en el muro

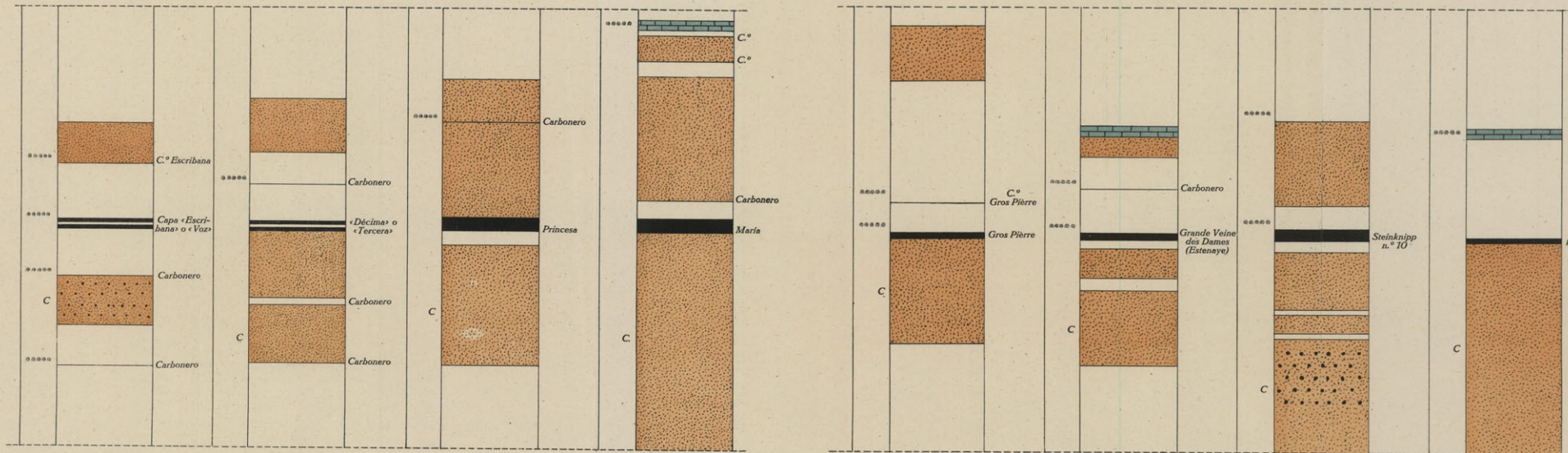




Capa de carbón en dos venas, con raíces de pie en el techo y radicles en el muro (dibujo de Grand'Eury)



Capa de carbón en dos venas, con raíces de pie en el techo. En el muro aparecen muchos troncos acostados, según los lechos de la estratificación



Pozo del Fondón. Sama

Barredo y Riquelme. Mieres

Aller. Industrial Asturiana.

Aller. Hullera Española

Bélgica. Charleroi

Bélgica. Lieja

Holanda. Limburgo

Rusia. Donetz

----- Nivel de fauna marina

ESCALA 1 : 500





por sus características litológicas y su continuidad; su potencia es aquí de nueve metros; dentro de este banco se encuentran con mucha frecuencia nódulos redondeados de carbón y, a veces también, impresiones de flora hullera. Pegado a su techo, suele llevar un filete de carbón insignificante y sobre él se han encontrado restos de fauna marina. He aquí, en un espesor de unos 15 metros aproximadamente, un ciclo completo de sedimentación, entre dos niveles de fauna marina. Al principio de este ciclo, que debió ser de una intensidad excepcional, por lo energética, fueron arrasados y denudados relieves continentales en los que dominaban estratos cuarcitosos, aunque también los había pizarreños; seguramente una parte de los estratos más antiguos de la cuenca se hallaban emergidos, en sus bordes, y de ellos arrancarían igualmente muchos materiales a su paso las aguas con ímpetu torrencial. Todos estos materiales, restos del bosque carbonífero, detritos silíceos, cuarcitosos y arcillosos, trozos de carbón, etc., caen revueltos en el seno tranquilo de las aguas marinas que invaden la cuenca, pero en brevísimo tiempo se separan por orden de densidades y tamaños (autoclasificación isodrómica), formándose varias zonas horizontales de partículas *equivalentes* que caen, desde entonces, con una velocidad constante al fondo de la cuenca. Los materiales más pesados, o sea las pizarras arcillosas (2,82 de densidad), son las primeras en depositarse; después les toca el turno a los materiales silíceos, cuarcitosos, de una densidad aproximada de 1,15 a 1,50, que forman el banco detrítico llamado en Asturias «arenisca de la Voz», y como los trozos de carbón arrancados por las aguas a su paso por los estratos emergidos de la cuenca, tienen aproximadamente la misma densidad que estas cuarcitas detríticas (1,30), se encuentran también diseminadas dentro de este

banco. Finalmente, los restos vegetales, que por esta vez no revestían mucha importancia, formaron su lecho sedimentario sobre este banco de arenisca. Terminado el ciclo, la vida submarina vuelve a reinar de nuevo sobre el lecho vegetal.

Más tarde, otro ciclo comienza, y esta vez las aguas arrasan cumbres pizarreñas y grandes bosques, cuyos restos y detritos se depositan también, con arreglo a las mismas leyes de la isodromía: primero, los estratos de pizarra en un espesor total de unos siete metros y sobre ellos un lecho vegetal o vena de carbón de un espesor variable, que ha de ir experimentando la contracción correspondiente, a medida que avance en su carbonización. Termina el ciclo, pero después de un breve descanso, generalmente insuficiente para dar lugar a la nueva reposición de la vida marina, se reanuda el proceso sedimentario, ahora de menor duración e intensidad, y vienen a depositarse sobre la última vena vegetal, primero un lecho pizarreño más o menos carbonoso, formado de detritos pequeñísimos de pizarra y carbón, o sea un lecho de *mixtos* de estas sustancias, al que se le superpone otro lecho de restos vegetales puros; cuando el espesor de este lecho de mixtos, o estéril, que separa las dos venas carboníferas no es grande, dichas venas se consideran como pertenecientes a una misma capa de carbón, porque pueden explotarse juntas.

La existencia, sobre la última vena carbonífera, de un lecho de fauna marina, denota que después de este pequeño ciclo erosivo hubo un largo período de reposo, terminado el cual comenzó el cuarto ciclo, que dió por resultado la sedimentación de una zona de estratos pizarreños de unos diez metros de potencia, sobre los cuales descansa un carbonero, generalmente de pequeño espesor, pero que a veces es explotable, conocido en el país con los

nombres de «Carbonero de la Voz» o «Capa María Teresa». En su techo, un cuarto horizonte de fauna marina revela un nuevo descanso en el proceso sedimentario.

En las minas «Mariana» y «Riquela», de Mieres, el complejo estratigráfico de la capa «Voz» es casi idéntico. Aquí esta capa lleva los nombres de «Tercera» o «Vieja» y «Décima», respectivamente. Constituye una buena capa dividida también en dos venas de 0,70 metros de potencia cada una, separadas por un lecho de pizarra carbonosa de 0,60 metros. El muro, formado de un potente banco de arenisca fuerte de unos doce metros de espesor, llega hasta la misma capa. Distanciado unos seis metros de ella, lleva igualmente, sobre bancos de pizarra, un carbonero con fauna marina (corte, lám. 6.^a).

En las minas de la Industrial Asturiana, de Moreda (Aller), el potente banco de arenisca de la capa «Voz» tiene un espesor de 20 metros y no llega hasta la capa, separándole de ella unos lechos de pizarra de unos dos metros de espesor. Aquí la capa tiene, en general, una gran potencia y lleva el nombre de «Princesa», presentándose casi siempre unidas las dos venas con un espesor medio total de 1,50 a dos metros. El carbonero del techo es un filete insignificante que pasa muchas veces desapercibido y se halla casi pegado a la capa. En Moreda, el techo es de arenisca también.

En las minas de la Hullera Española, de Aller, el banco de arenisca del muro de la «Voz» tiene una potencia excepcional de 60 metros y llega hasta la misma capa, que aquí se denomina «María» y se halla formada, como es regla general, por dos excelentes venas de carbón de análoga potencia a las de la capa «Princesa». Aquí, el carbonero del techo se halla un poco más separado que en Moreda, a unos dos metros de la capa, sobre lechos de pizarra (corte, lám. 6.^a).

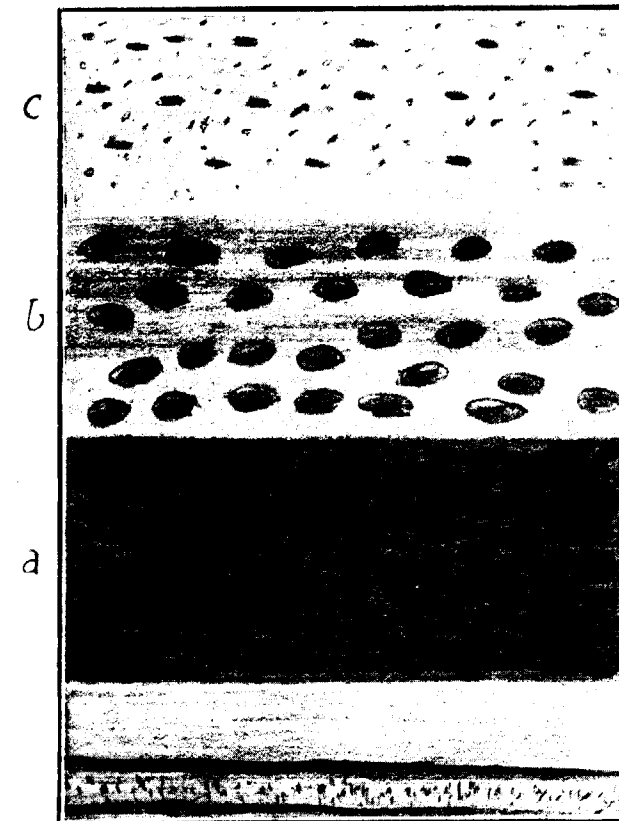
Y saltando a las cuencas westfalienses del occidente de Europa, encontramos el mismo complejo estratigráfico en Bélgica, en la cuenca de Charleroi, donde existe una capa, denominada «Gross-Pierre», que tiene por muro un potente banco de arenisca fuerte, tan dura como la cuarcita, de unos 20 metros de espesor, que llega casi hasta la misma capa. Esta tiene una potencia media de 0,80 metros. Lleva también en su techo de pizarra, como a unos cinco metros, un carbonero, denominado allí «Carbonero de Gross Pierre». Tanto a la capa como a este carbonero se les superponen lechos con fauna marina (lám. 6.^a).

Igualmente, en la cuenca de Lieja, la capa «Stenaye» o «Grande Veine des Dames» se superpone a unos potentes bancos de arenisca que llegan casi hasta la misma capa. Esta se halla formada generalmente por dos venas, con una potencia media de un metro. Lleva también al techo un carbonero y a éste, lo mismo que a la capa, se les superponen lechos de fauna marina.

En la cuenca de Holanda, el horizonte de la capa «Voz» constituye un notable nivel estratigráfico, denominado allí «Steinknipp». El muro de la capa de este nombre está constituido igualmente por un potente banco de arenisca fuerte y dura, que encierra, como en Asturias, nódulos redondeados de carbón y pizarra carbonosa. Al techo lleva un carbonero insignificante, y tanto sobre este carbonero como sobre la capa existen lechos pizarreños con fauna marina.

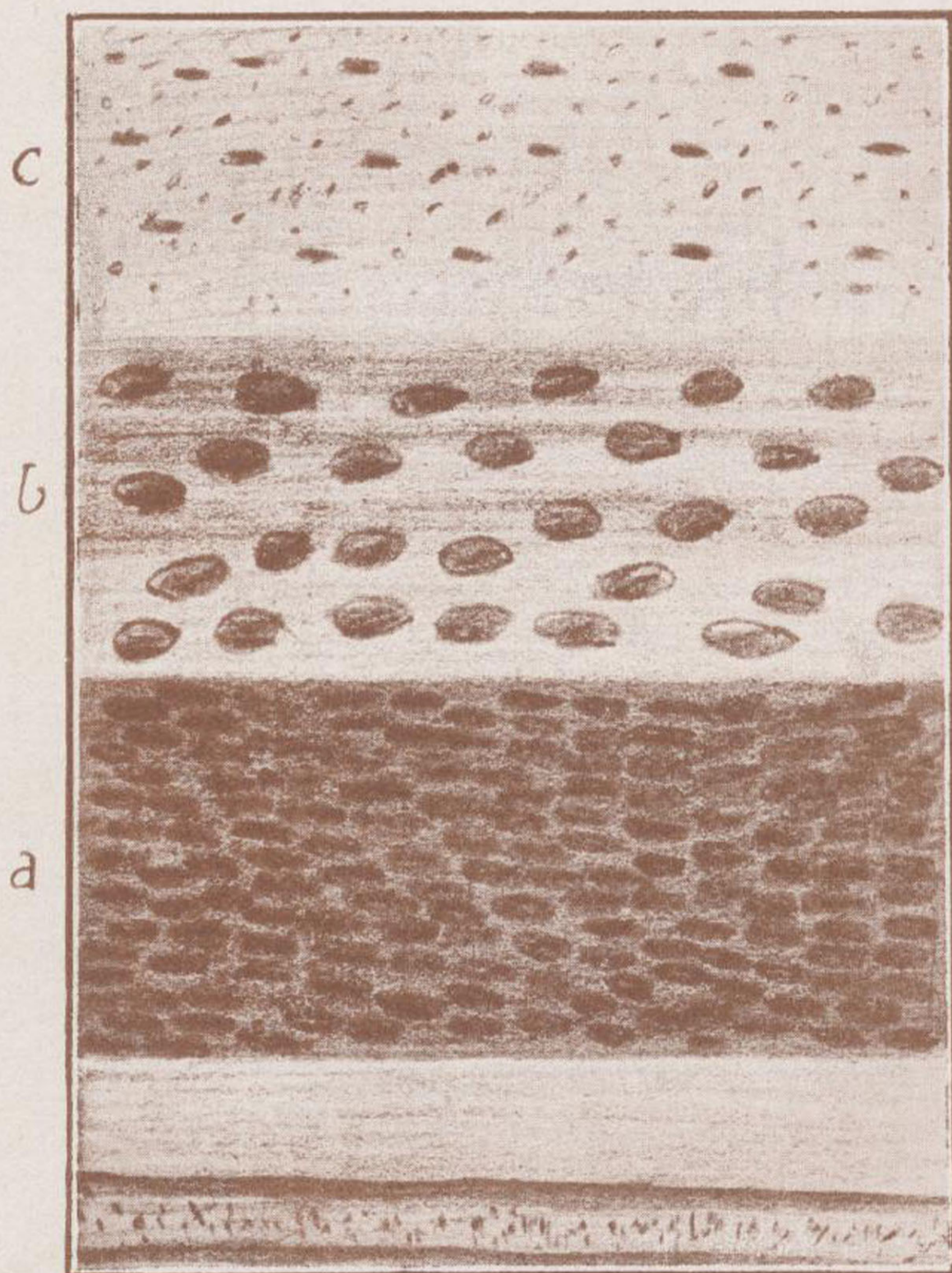
En Alemania, en la cuenca de Westfalia, existe también la capa «Sonnenschein», que corresponde al mismo nivel estratigráfico. Su muro está formado por un banco de arenisca muy dura y en el techo se han encontrado impresiones de *Lingula mytiloides*.

Más adelante analizaremos con detalle éste y otros



Capa de Turón, vista por Grand'Eury





Capa de Turón, vista por Grand'Eury



complejos estratigráficos de la serie westfaliense-moscoviense de varias cuencas europeas, y hemos de ver las sorprendentes analogías estratigráficas de estos conjuntos, que demuestran, de una manera clara e incontrovertible, la correlación del régimen climático en la época hullera.

Claro es que la historia completa de cada serie estratigráfica de las distintas cuencas carboníferas no será conocida hasta tanto que los estudios de estratigrafía paleontológica no estén suficientemente avanzados. Para ello es necesario conocer en cada cuenca no solamente las capas de carbón explotadas sino hasta los más insignificantes carboneros y la localización de todos los lechos marinos, bien definidos. A medida que avanzamos en tales estudios observamos cada día con más claridad la importancia de estos procesos y conquistamos nuevos datos para la mejor comprensión de los muchos fenómenos que nos ofrece la genética de estas cuencas.

A Grand'Eury, en su rápida visita a las minas de Asturias, en 1896, le llevaron a ver una capa de Turón que ofrecía la curiosa circunstancia de hallarse formada por una veta (*a*) de unos 30 centímetros de espesor (lám. 6.^a), constituida por nódulos de carbón cimentados por una pasta arcillo-ferruginosa; a esta veta se le superponían otros lechos (*b*) del mismo espesor, aproximadamente, de una pizarra muy carbonosa, en la que se hallaban empastados también numerosos nódulos de carbón, de bastante tamaño y, finalmente, descansaban, sobre estos lechos sedimentarios, otros (*c*) de igual potencia, en los que aparecían pequeños nódulos de carbón, dispuestos en capas horizontales. En total, la caja de estos interesantes lechos tenía un metro de potencia.

La constitución singular de esta capa de Turón, vista por Grand'Eury y descrita por el mismo geólogo sin ningún

comentario, ofrece, a nuestro juicio, un notable ejemplo de sedimentación isodrómica, pues en dichos lechos se han autoclasificado los nódulos de carbón por tamaños y densidades.

En el estudio de estratigrafía comparada que sigue a éste, sobre genética de las cuencas hulleras, se comprueba con detalles de rigurosa exactitud la admirable sincronización de los fenómenos atmosféricos, que han producido en cuencas aisladas, tales como la de Asturias y las de Europa central y occidental, un paralelismo tan perfecto y una constitución tan semejante en los estratos de las series carboníferas.

Las condiciones de sedimentación de los vegetales hulleros fueron, sin duda, algo diferentes a los de las rocas, porque a causa de la pequeña densidad de aquellos materiales orgánicos no se depositaron inmediatamente, sino que han flotado en masa, durante cierto tiempo, antes de su precipitación en el fondo de las aguas. Esta sedimentación sólo comenzaría a efectuarse desde el momento en que por la evolución química experimentada por la materia orgánica al abrigo del aire, entre dos aguas, llegara a formarse una masa coloidal, un lodo o mantillo vegetal de la densidad suficiente para hacer insostenible, por más tiempo, esta flotación.

Algo parecido, aunque en menor escala, debió ocurrir con las partículas pequeñísimas de arcillas de todas clases, que flotaron también durante algún tiempo antes de su sedimentación, y que por esta misma causa genética guardan tan estrecha semejanza con las capas de carbón, a las cuales pasan a veces por insensibles gradaciones. De este modo se han formado los numerosos tipos de pizarras carbonosas y de carbones pizarreños de las cuencas hulleras.

Luego si el depósito de los materiales de una capa de

carbón ha obedecido a las mismas leyes estratigráficas que los demás lechos sedimentarios, como todo hace suponerlo, diferenciándose tan sólo de algunos de ellos en el ritmo, algo más lento, por su menor densidad, de esta sedimentación, nada se opone a admitir que la precipitación de la materia vegetal en el fondo de la cuenca se haya efectuado al mismo tiempo y por las mismas causas (ciclos erosivos y denudativos de gran intensidad) que produjeron la erosión y denudación de los materiales terrígenos. Y ello no implicaría que los bosques hulleros tuvieran necesidad de hundirse intermitentemente (movimientos de *subsistencia*) para perecer, sino simplemente habitar en los bordes más o menos pantanosos, si se quiere, de la cuenca de depósito, y ser arrasados y transportados hasta ella sus restos por el impulso de las aguas tumultuosas.

En resumen, nosotros nos inclinamos a creer que las cuencas hulleras han sido rellenadas por los materiales terrígenos y orgánicos procedentes de las regiones vecinas, de una manera análoga a como fueron rellenados los geosinclinales y fosas tectónicas de otros períodos geológicos. Y como durante el transcurso de la era paleozoica todos estos depósitos se efectuaron en el seno de las aguas marinas, no encontramos ningún argumento verdaderamente convincente de que el relleno de las cuencas carboníferas haya constituido una excepción de esta regla general.

* * *

El hallazgo, en estos últimos años, de numerosos niveles de fauna marina en toda la extensión vertical de las series hulleras y el reconocimiento de su importancia para la división de los distintos tramos e identificación de hiladas y capas carboníferas, a muy largas distancias, confirma ple-

namente, a nuestro juicio, que la estratificación de las capas hulleras se ha efectuado en pleno dominio marítimo.

Claro es que esta conclusión es incompatible con el criterio general sostenido actualmente por los geólogos, que sólo admiten la sedimentación continental, el carácter línico, de los estratos hulleros.

Para explicar la presencia de la fauna marina *in situ* en los techos de las venas de carbón, se ven precisados a admitir durante el proceso sedimentario, como episodios interesantes, invasiones marinas, que en unión de las submersiones intermitentes, necesarias, según la teoría *autóctona*, para la formación de las capas de hulla, vienen a complicar aún más los fenómenos genéticos de estas cuencas.

Dicha complicación se hace extraordinaria y realmente incomprensible cuando se trata de explicar el hecho, bastante frecuente en las cuencas hulleras, de la coexistencia sobre un mismo lecho estratigráfico de faunas de agua salada y de agua dulce, o, al menos, de las consideradas como de tal naturaleza por los paleontólogos actuales.

Por ejemplo, en la cuenca del Norte de Francia, al techo de la capa «Poissonnière» (Aniche & Flines) existe un lecho de fauna marina (con *Productus scabriculus*, *Discina nítida*, *Aviculopecten gentilis*, restos de peces, etc.) que corresponde al famoso horizonte marino denominado *Catharina* en Alemania. Este horizonte presenta, como se sabe, una constancia notable en todas las cuencas europeas y puede seguirse desde el Norte de Francia, en Bélgica, Holanda, Alemania, Inglaterra, etc. (1).

(1) En Bélgica se denomina este nivel *Horizonte de Quaregnon*; en el Limburgo holandés y en Westfalia *Catharina*; en Inglaterra *Gin-Mine*; en Asturias corresponde al nivel marino de la capa «Turquina», de Aller.

Pues bien, en este mismo techo de la capa «Poissonnière», de Francia, se encuentran también numerosas conchas consideradas como de agua dulce, tales como la especie *Anthracomya Williansoni* (1).

En la misma cuenca del Norte de Francia, y como a unos 110-140 metros por debajo de este mismo nivel, existe otro muy notable, el denominado por Pruvost «horizonte de Carnaval», constituido por lechos de pizarras con muchos *crustáceos* del género *Euripterus*, principalmente, y otra fauna muy variada de *especies de agua salada y de agua dulce*. Igualmente, en el mismo horizonte de la cuenca del Limburgo holandés, además del curioso crustáceo *Anthrapalaemon Grossarti*, que da nombre a este nivel, se encuentran mezcladas en el mismo lecho estratigráfico numerosas especies de una fauna mixta, compuesta de *Ostrácodos*, *Beyrichia arcuata*, *Anthracomya*, *Naiadites* y *Carbonícola*, a la que suelen acompañar restos de plantas, principalmente *Neuropteris microphylla* y alas de insectos. Es decir, una mezcla de fauna marina, de agua dulce y continental y de flora terrestre.

En el mismo grupo «Wilhelmina», de la cuenca hullera holandesa, al que pertenece aquel horizonte, existe también una rica fauna de peces de agua salada y en la parte inferior del mismo, al techo de la capa «Steinknipp», que sirve de límite entre dicho grupo y el inmediato inferior, de «Baarlo», existe un notable nivel marino (del cual hemos de tratar con más extensión ulteriormente), en el que se encuentran mezclados numerosos ejemplares de *Lingula mytiloides*, *Ostrácodos*, fragmentos de *Goniatites*, *Anthra-*

(1) Ch. Barrois: «L'origine des sédiments houillers clastiques et des galets erratiques trouvés dans le bassin du Nord de la France».

comya minima, *Carbonicola*, etc., y restos de plantas, tales como *Mariopteris muricata*, *Lepidodendron*, etc. (1).

La existencia de estas mezclas paleontológicas en numerosos niveles de las cuencas hulleras, la explican los paleontólogos modernos admitiendo la adaptación progresiva dentro del proceso sedimentario de dichas cuencas de algunas especies de agua salada al régimen de agua dulce. Consideran para ello tres clases de fauna: una *límnica*, o sea *adaptada* desde una época muy antigua a las aguas dulces y aun a la vida continental; otra denominada *euryhalina*, compuesta de tipos marinos susceptibles de irse adaptando poco a poco a las aguas salobres y dulces, y otra, francamente marina, que no experimenta ninguna evolución en el sentido vertical de la serie hullera, formando en esta escala horizontes constantes y bien definidos. Tales son los niveles de que se acaba de hacer mención, y que, entre otros muchos que pudieran citarse, presentan mezclas bien patentes de especies francamente marinas y de las denominadas *euryhalinas*, además de fauna y flora continentales. Son horizontes casi siempre de reducidísimo espesor y de una enorme extensión horizontal, por lo que constituyen verdaderos *niveles-guías*, utilísimos para el estratígrafo y que ponen de manifiesto de una manera diáfana e indiscutible la uniformidad y universalidad de los fenómenos geofísico-químicos y geobiológicos de las cuencas hulleras.

Evidentemente, dichos horizontes marinos revisten una importancia excepcional, no sólo para la identificación de los tramos e hiladas hulleras sino también por su significa-

(1) De este horizonte marino ha hecho un notable estudio el profesor Dr. J. W. Jongmans, titulado: «Het *Waterval* (Wasserfall) niveau (boven Steinknipp) in Zuid-Limburg». Geologisch Bureau voor het Nederlandsche Mijngedied te Heerlen, Jaarveslag. over. 1929.

ción decisiva para el esclarecimiento y resolución de muchos de los problemas genéticos de estas cuencas.

El eminente paleontólogo G. Delépine, tan especializado en faunas marinas hulleras, al observar la existencia entre los estratos carboníferos de lechos marinos muy delgados de pizarras, materialmente cuajadas de restos de *Goniatites* en considerables extensiones, y de estudiar *su facies* (lechos que tan excelentes servicios han prestado en los sondeos de la Campine, del Limburgo holandés) dice que es difícil admitir el descenso para cada lecho de la superficie de la región hullera a profundidades que se pueden calificar de batiales, ya que la sedimentación continental volvía nuevamente, bien pronto, sin acusar discordancia apreciable con el depósito marino subyacente. «Se trata, por tanto—concluye Delépine—de oscilaciones marinas breves, que no instauran más que condiciones litorales o neríticas» (1).

Sin embargo, como es indudable que la facies batial es necesaria para el desarrollo y procreación de los *Goniatites*, Delépine se inclina a creer que los de las cuencas franco-belgas e inglesas proceden de la región oriental, o sea de las cuencas renanas. Aquí existió—según Delépine—en el Devoniano una cuenca profunda, de sedimentación pizarreña predominante y fauna de *Goniatites*, cuyos caracteres persistieron durante el dinantiense y el namuriense. En el westfaliense, cuando las condiciones del medio fueron favorables a su expansión, los *Goniatites* cubrieron vastas superficies de las cuencas hulleras occidentales en cada una de las invasiones marinas.

(1) G. Delépine: «Les zones a *Goniatites* du Carbonifère». Livre Jubilaire du Centenaire de la Société Géologique de France, 1830-1930.

Pero es forzoso reconocer que este modo de enjuiciar tan interesante cuestión no explica satisfactoriamente el sorprendente paralelismo existente entre las zonas de Goniátites de las cuencas hulleras del NO. de Europa y las del centro de Norteamérica, por ejemplo.

El examen del notable cuadro sintético confeccionado por Delépine, siguiendo los trabajos de Bisar y H. Schmidt, para la sucesión de las zonas de Goniátites en el westfaliense, namuriense y visense superior y sus correlaciones con las divisiones en hiladas en el NO. de Europa y centro de Norteamérica, demuestra la constancia y enorme extensión horizontal de estos lechos marinos, que no puede ser atribuída más que a fenómenos de una gran uniformidad en las condiciones del medio físico en que se han desarrollado.

Barrois, en su estudio sobre los estratos marinos del terreno hullero del Norte de Francia (1), dedica una extensa nota al estudio de las facies de los lechos de Goniátites y hace un análisis muy detallado de esta importante cuestión. Reconoce que los Goniátites del hullero se encuentran *in situ*, o sea, que han vivido y se han desarrollado en los mismos lechos en que se encuentran acumulados individuos de todos tamaños y muchos de ellos en perfecto estado de conservación, pero que estos Goniátites y otros animales pelágicos que suelen acompañarles se han *aclimatado* en la época hullera a las aguas marinas poco profundas, litorales. O sea, el mismo concepto recogido y aceptado por Pruvost y otros paleontólogos, y aplicado a las especies denominadas *euryhalinas*.

Esta aclimatación, esta adaptación, exigió, naturalmente,

(1) Ch. Barrois: «Etude des strates marines du terrain houiller du Nord». Paris, 1912 (pág. 91).

una transformación gradual, una lenta evolución de la fauna francamente batial y de otras especies marinas, particularmente flexibles, como las *Lingulas*, *Spirorbis*, los *Peces*, etcétera, en fauna de facies *hololímnica*.

Este modo de enjuiciar la *facies* de los bancos de Goniátites es opuesto, como se ve, al criterio de Delépine, que considera a los Goniátites como procedentes de una zona batial del mismo hullero y depositados sobre las superficies de los lechos pizarreños en las rápidas incursiones de las aguas marinas.

Es decir, que para Delépine, los Goniátites de los lechos hulleros son *batiales* y *alóctonos*, y para Barrois *litorales* y *autóctonos*, adaptados por evolución lenta.

Stainier, en su estudio de los niveles marinos del hullero superior de Hainaut (1), llega a la conclusión de que a medida que se van descubriendo nuevos niveles marinos en el terreno hullero, se impone una mayor prudencia en su empleo para la correlación de los niveles estratigráficos, pues se observa que, en general, la fauna marina *no varía mucho de un nivel a otro* y que, por lo tanto, el número de especies características escasean cada día más. Y que aun los niveles persistentes más interesantes presentan notables variaciones laterales que pueden inducir a error en la paralelización de las hiladas.

La fauna de Goniátites y su distribución en el sentido vertical en las cuencas *westfalienses-moscovienses* de Europa y América, denota mejor que ninguna otra fauna, por las condiciones especiales de su facies, la existencia en dichas cuencas de zonas batiales permanentes, que tan sólo

(1) X. Stainier: «Les niveaux marins du houiller supérieur du Hainaut». Congrès pour l'avancement des études de stratigraphie Carbonifère. Heerlen, 1927.

en la última fase de su sedimentación regresiva, cuando las cuencas se encontraban ya colmadas de sedimentos, aparecería la fase nerítica, causa por la cual no se ha encontrado hasta ahora en las hiladas superiores westfalienses del NO. de Europa ningún lecho de Goniatites.

Los antagónicos criterios de Barrois, Delépine y otros paleontólogos acerca de las circunstancias que presidían al medio marino en el que se han depositado los lechos de Goniatites y de otros géneros de aguas más o menos profundas, pueden ser conciliados en parte y unificados admitiendo la existencia, durante el período hullero, de vastas y hondas cuencas de depósito, invadidas, desde un principio, por las aguas marinas, en las que se iban acumulando los sedimentos de todas clases, litológicos y orgánicos, como hemos explicado anteriormente.

Los estudios de los lechos de fauna marina efectuados en las cuencas inglesas por Salter, J. T. Stobbs y W. Hind, han permitido reconocer que estos lechos se extienden, no obstante su pequeñísimo espesor, por todas las cuencas de Staffordshire, Norte y Sur, por la de Yorkshire y los condados de Midland, llegándose a la importante conclusión de que todas estas cuencas estuvieron reunidas antiguamente, o sea, cuando se depositaban en ellas estos delgados niveles marinos, que posteriormente fueron separadas por la denudación.

Estos mismos niveles de las cuencas inglesas se paralelizan exactamente con los de las demás cuencas franco-belga, de Holanda y de Alemania, pues con ellas formaban, sin duda, durante el período westfaliense-moscoviense, una cuenca única. Por eso su historia geológica es la misma y sus semejanzas litológicas, estratigráficas y paleontológicas tan sorprendentes. Esta unidad genética fué rota y dislocada por los violentos plegamientos hercinianos.

Y a medida que avanzamos en el conocimiento detallado de la estratigrafía del Carbonífero, se comprueba con mayor exactitud la correlación existente entre todos los fenómenos acaecidos, sincrónicamente, en las cuencas hulleras de la misma edad distribuidas por el globo. Este estudio no está circunscrito especialmente a Europa, sino que gracias a los trabajos de Schmidt, de Pruvost, de Delépine y otros, comienza a extenderse a otros países, tales como a Norteamérica, Asia y Africa.

Phillips fué el primer geólogo que, en 1845, en Inglaterra, siguió, sobre una gran extensión, el estrato marino del techo de una misma capa, insistiendo sobre la generalidad del fenómeno y sobre su importancia estratigráfica.

Poco después Salter, por el estudio de las cuencas del Sur de Inglaterra, anunciaba este mismo hecho, cuya generalidad fué reconocida también en Bélgica, Alemania y Francia.

El profesor Stainier, a quien se deben los más interesantes estudios sobre los niveles de fauna intercalados entre las capas hulleras de las cuencas belgas de Charleroi y de Lieja, que han permitido establecer la sinonimia de las capas de estas cuencas, fué quien primero reconoció el hecho general, admitido hoy por todos los geólogos, de que el número de los lechos de fauna marina va disminuyendo desde la base del westfaliense-moscoviense al vértice. Esta misma observación ha sido hecha también en Alemania por el profesor Krusch (1), quien ha reconocido al Sur de la cuenca de Münster, que los bancos marinos son más numerosos a medida que se desciende en la serie estratigrá-

(1) Prof. Krusch: «Der südrand des Beckens von Münster». Zeits. d'dens. geol. Ges. 1909, p.^a 230.

fica, hasta el punto de existir en casi todos los lechos de las capas de carbón graso.

En Francia, Barrois ha hecho, igualmente, interesantes estudios sobre estos niveles marinos, reconociendo su generalidad y confirmando el mismo hecho observado por Stainier y Krusch, en Bélgica y Alemania.

La generalidad y extensión de estos niveles fosilíferos es tan grande que se citan especies tales como *Anthracomya Phillipsi*, Williams (1), característica de las capas más altas del westfaliense superior, de Europa, que ha sido encontrada también al mismo nivel estratigráfico, por P. Pruvost, en el terreno hullero de New-Glasgow (Norteamérica). Esta especie, en unión de *Anthracomya Wardi*, Salt., se encuentra asociada a *Spirorbis*, a pequeños ostrácodos (*Carbonia fabulina*, *C. Rankiniana*, Jones) y a una fauna de filópodos, rica y especial: *Estheria Simoni*, Pruv., *Estheriella Reumauxi*, Pruv., y *Leaia tricarinata*, M. y W., forma de gran tamaño, igualmente común a este nivel en Norteamérica.

Estas especies son consideradas como *euryhalinas*, pero la enorme extensión horizontal de las mismas y la constancia de su posición estratigráfica, en la escala hullera, de-

(1) W. Hind, al estudiar las cuencas inglesas, fué quien primero descubrió un lecho de *Anthracomya Phillipsi* en el vértice del westfaliense (*Upper Coal Measures*).

En Bélgica, fué descubierto el mismo lecho durante una excursión del Congreso Geológico Internacional, de 1922, en Flenu, al techo de la capa «Horpe», del occidente de Mons.

En Francia, este notable lecho corresponde a la «hilada de Bruay», de la cuenca del Paso de Calé, y se encuentra a unos 100 metros por encima del nivel marino de «Rimbert», límite inferior de dicha hilada (*Rimbert = Petit Buisson = Maurage = Aegir*).

En la cuenca de la Sarre, en el paquete de capas de Sarrebrück, al techo de la capa de 49 pulgadas próxima a *Mötz-flötz*, se encuentra también este lecho, representado por *Anthracomya Wardi*.

notan claramente su condición marina, análoga a la que ofrecen todos los lechos conchíferos del paleozoico.

En la cuenca hullera escocesa de Clyde, las capas de carbón alternan con capas de mineral de hierro carbonatado (*Black band*) y se comprueba el paso gradual del mineral de hierro a la hulla en una misma capa, reemplazándose la materia carbonosa por el mineral de hierro. Algunas de estas capas de carbón son muy ricas en materias volátiles: una de ellas es *Cannel-coal* y otra *Bodhead*, que por destilación produce aceite y parafina.

He aquí un ejemplo, bien claro, del origen francamente sedimentario, en un medio marino, de las capas de hulla. El carbonato de hierro, ya en capas o en nódulos, lo mismo que el carbonato de cal (bancos de caliza y nódulos con restos de vegetales de estructura conservada o de fauna marina), son muy frecuentes en el terreno hullero. Los bancos de caliza, como ya se ha dicho, suelen formar el techo de muchas venas de carbón (cuenca central de Asturias, cuenca del Donetz, etc.), y los nódulos, como se sabe, no sólo se encuentran en los techos, sino también dentro de las mismas venas.

De otra parte, no es raro observar en las zonas estériles de las capas de carbón, dentro de la misma «caja» de la capa, la sustitución gradual del carbón por otras rocas, tales como conglomerados variados, de pizarras más o menos carbonosas, y aun de nódulos de carbón mismo, arcillas, areniscas, margas calcáreas y, a veces, trozos de minerales de plomo, hierro, cinc y otros.

Todos estos fenómenos tienen una explicación mucho más sencilla y natural atribuyéndolos a las condiciones generales de la sedimentación de los estratos hulleros en el seno de las aguas marinas más bien que en el de las *lagunas hulleras*, según la concepción clásica.

RELACIONES ESTRATIGRÁFICAS ENTRE VARIAS
CUENCAS HULLERAS DE EUROPA

ESPAÑA - BÉLGICA - HOLANDA - RUSIA

ESTUDIO DE ESTRATIGRAFÍA PALEONTOLÓGICA
COMPARADA

ESTUDIO DE ESTRATIGRAFÍA PALEONTOLÓGICA COMPARADA

Consideraciones generales

Desde las primeras observaciones sistemáticas efectuadas en las cuencas hulleras con arreglo a un plan científico, se echó de ver, confirmando lo que la experiencia minera consideraba ya como seguro guía para la resolución de muchos de los problemas cotidianos de la explotación, la importancia estratigráfica de los bancos detríticos que presenta la escala hullera, conglomerados y areniscas más o menos feldespáticas, arcosas, psamitas, cuarcitas, etc., y la *constancia* de su colocación respecto a los paquetes de capas de combustible (1).

El argumento litológico viene, pues, a reforzar y a complementar el paleontológico—rara vez decisivo por sí mismo, en las cuencas hulleras—para la localización de las hi-

(1) Es bien sabido que estos bancos de psamitas de varias clases constituyen del 20 al 40 % del espesor total de la serie estratigráfica del westfaliense, mientras que las rocas arcillo-arenosas, calificadas de pizarras, forman del 58 al 78 %, quedando reducido el espesor total de las capas de hulla del 2 al 6 % (en Bélgica sólo del 2 al 3 % y menos aun en la cuenca del Donetz, del mediodía de Rusia).

ladas y paralelización de las mismas a muy largas distancias.

Especialmente, algunos de estos bancos son verdaderamente notables por su enorme extensión geográfica, por la naturaleza física de sus elementos detríticos y forma de presentarse y por su espesor, considerable para algunos de ellos y muy pequeño para otros.

Por ejemplo, un horizonte excelente de referencia es el banco de conglomerado, de elementos silíceos, que ocupa una posición constante en el tercio inferior de todas las cuencas de edad westfaliense-moscoviense del mundo. Es el banco denominado *pudinga hullera* o *arenisca grosera*. H₁c.

Este banco se presenta unas veces como una verdadera pudinga de cantos rodados silíceos, del tamaño de un huevo y aun mayores, empastados por un cemento silíceo, con espesores variables, desde 2 ó 3 metros hasta 25 y, a veces, más. La presión ejercida por los plegamientos hercinianos ha hecho que en algunas ocasiones se ofrezcan estos cantos incrustados unos en otros. Otras veces se presenta (aun dentro de la misma cuenca en que existe como pudinga) en forma de arenisca grosera, más o menos pudingiforme, con textura y coloración muy variables, pero siempre con una composición mineralógica sensiblemente constante. La coloración de esta arenisca grosera suele ser gris oscura, a veces algo azulada, y se debe a la presencia de partículas de carbón y de lidita en su masa.

En muchos lugares es fácilmente reconocible, por ofrecer su peculiar estructura física bien acusada, por ejemplo, en la parte oriental de la cuenca de Bélgica, pero va perdiendo gradualmente sus caracteres conglomeráticos distintivos al Oeste de Mons, y ya en el Norte de Francia está representada por un banco de cuarcita.

En las cuencas de Holanda y de Alemania se conoce este banco con el nombre de *Sarnsbank* y presenta las mismas características.

En las cuencas inglesas, principalmente en el Lancashire, existe el mismo horizonte de arenisca grosera y de conglomerado pudingiforme, llamado allí *Rough-Rock*, que se paraleliza exactamente con la pudinga hullera, ocupando la misma posición que en las demás cuencas europeas, o sea, la base del piso E (de Eduardo Hull), también denominado *Lower Coal Measures* (base del hullero productivo H₂ de las cuencas franco-belgas).

En la cuenca del Donetz (Rusia), de un espesor de sedimentos bastante mayor que el de las demás cuencas europeas, y en la que, sin embargo, la potencia total de carbón representa un tanto por ciento más pequeño, respecto al espesor total de la escala, existe también este banco de pudinga en la base del tramo C₁, equivalente al *Lower Coal Measures* de las cuencas inglesas (1).

En Asturias, este banco de pudinga es bien conocido, desde tiempo inmemorial, por todos nuestros mineros y ha prestado siempre muy buenos servicios en la identificación del paquete de las «Generalas», excelentes capas de carbón, situadas al muro de dicho banco.

Al notable ingeniero de minas D. Luis de Adaro le ha servido de magnífico horizonte de referencia para componer su «Bosquejo estratigráfico de la cuenca hullera central de Asturias» (2), que, de no haber existido dicho banco, di-

(1) Véase el trabajo de N. Lebedew, Prof. am Berginstitut v. Ekaterinoslav, titulado: «Ueber die zuzammenstellung des Russischen Carbons, und der anders Gegenden», presentado en la XIV Sesión del Congreso Geológico Internacional, celebrado en Madrid en 1926.

(2) L. Adaro: «Atlas del Estudio Estratigráfico de la cuenca hullera central de Asturias». Madrid, 1926.

ficilmente hubiera podido descubrir y trazar las complicadas imbricaciones que presentan los pliegues de esta cuenca.

Este banco de pudinga, de posición tan constante en la escala estratigráfica del westfaliense, hasta el punto de haberse tomado como límite entre el westfaliense inferior o *Namuriense* y el westfaliense superior, por coincidir sensiblemente con la base de la zona de *Gastrioceras subcrenatum*, acusa un episodio universal particularísimo, que no pudo haber ocurrido más que en un medio marino y bajo un régimen climatológico de una gran uniformidad.

El estudio comparativo de las escalas estratigráficas de varias cuencas hulleras de Europa, algunas de ellas muy alejadas entre sí, que hemos efectuado apoyándonos en los trabajos de Stainier y Renier, para las cuencas belgas, de Jongmans, para la del Limburgo holandés, y de Loutouguine, para la cuenca rusa, muestra gráficamente y al primer golpe de vista el sorprendente paralelismo de estas cuencas y la admirable correspondencia (a veces en los más insignificantes detalles) en la naturaleza y textura de los horizontes litológicos, sobre todo de los psamíticos, en la constancia de los niveles de fauna marina y en la colocación de las venas y venillas de combustible.

Aunque este estudio estratigráfico sólo comprende una parte (la mitad, aproximadamente) de la escala total del westfaliense (namuriense superior y tramo A, o sea, la parte del hullero productivo hasta el horizonte marino *Catharina*), creemos que es suficientemente elocuente para hacer comprender que los sedimentos de todas estas cuencas carboníferas se han efectuado en condiciones idénticas, dentro de los mismos ciclos erosivos, que arrasaron y depositaron en su fondo los materiales terrígenos y orgánicos de la misma clase y semejantemente dispuestos.

Adaro, que, como buen estratígrafo, dió, desde el primer momento, la importancia que en realidad tienen a ciertos bancos psamíticos y pudinguíferos de la cuenca central de Asturias, ya conocidos de los mineros, designó con letras mayúsculas, provistas de índices y subíndices los más principales; entre ellos, llamó B_1 a un banco de arenisca con *nerites*, o pistas de gusanos, que se encuentra al techo del paquete de las «Generalas» y al muro de la *pudinga hullera*, H_{1c} , a la que Adaro designó con la letra B; siguiendo en orden ascendente, llamó B^1 al banco de arenisca, muro de la capa «Paula»; B^2 a la arenisca del muro de la «Panarrina»; C al potente y compacto banco de arenisca que sirve de muro a la capa «Voz»; C^1 al banco de arenisca del paquete «María Luisa», en la parte alta de este subtramo; C^2 al banco de arenisca fuerte, base del paquete del «Soton», etc.

Nosotros conservamos esta sinonimia de Adaro para dichos bancos psamíticos.

De las cuatro escalas estratigráficas de la cuenca central de Asturias que figuran en nuestro cuadro, las dos primeras corresponden a las minas «Pozo del Fondón», de Sama de Langreo, y «Mariana» y «Riquela», de Mieres, que pertenecen a la rama occidental del geosinclinal más profundo de la cuenca Sama-Mieres, cuyo eje principal tiene, aproximadamente, una dirección de 20° E. del Norte verdadero. Las otras dos escalas, una de la «Sociedad Industrial Asturiana» y, la otra, de la «Hullera Española», de sus minas del concejo de Aller, pertenecen a la rama oriental del mismo geosinclinal.

De esta suerte, estas cuatro escalas, reúnen las características principales estratigráficas del westfaliense-moscoviense asturiano, tanto desde los puntos de vista litológico y paleontológico como de la productividad o densidad de

carbón de las regiones de Langreo, Mieres y Aller, que son las más importantes de la cuenca (1).

Para la comparación con las demás escalas de Bélgica, Holanda y Rusia, hemos tomado como horizonte principal de referencia el nivel del banco de pudinga B, de Adaro, cuya posición exacta es bien conocida en todas estas cuencas.

Namuriense superior

Sub-tramo de las «Generalas»

En Asturias, las hiladas detríticas subyacentes a la pudinga B, entre las que se encuentra la psamita hojosa B¹, con numerosas impresiones de *Nereites* y otros fósiles marinos, son bastante constantes y sólo se diferencian en sus espesores. Tampoco faltan en Bélgica, sobre todo en la cuenca de Lieja, ni en el Limburgo holandés. Entre estos bancos de arenisca se intercalan varios filetes de carbón, insignificantes, que pasan muchas veces desapercibidos al perforar los recortes y transversales.

También son muy constantes en la cuenca asturiana dos niveles de fauna marina (que se presentan en margas cuajadas de restos fosilíferos) comprendidos entre la pudinga B y el paquete de las «Generalas».

El primer nivel, en sentido descendente, se encuentra

(1) Debe tenerse presente que estos cortes estratigráficos no están tomados con una rigurosa exactitud, como se requeriría para un estudio detallado; están confeccionados, principalmente, para el conocimiento del valor industrial de sus capas de carbón, y por eso no figuran en ellos varios carboneros, cuya posición en las escalas hulleras reviste siempre un positivo interés. No obstante, hemos procurado completarlos en aquellos horizontes en que nos ha sido posible hacerlo.

próximo al muro de la pudinga B y el segundo se halla cerca de las «Generalas», en el techo de la más alta, denominada «Generala 1.^a».

En ambos niveles hemos reconocido la siguiente fauna:

Productus longispinus, Sow.

- » *semireticulatus*, Martin y sus variedades, *P. hermosanus*, Girty, etc. (abundantes).
- » *cora*, D'Orbigny.
- » *scabriculus*, Martin.
- » *costatus* var. *muricata*, Phillips.
- » *undatus*, De France.
- » *arcuarius*, De Koninck.

Spirifer striatus, Martin (abundante).

- » » var. *attenuata*, Martin-Sow. (abundante).
- » *mosquensis*, Fischer y sus var. (muy abundante).
- » *bisulcatus*, Sow.
- » *convolutus*, Phillips.

Spirifera glabra, Martin.

- » *lineata*, Martin.

Streptorhynchus crenistria, Phillips.

Camarophoria crumena, Martin.

Chonetes concentrica, De Koninck.

- » *hardrensis*, Phillips (abundante).

Astarte subovalis, Barrois (*Cardinia subovalis*, Mallada); (abundante).

Schizodus sulcatus, Sow. (abundante).

- » *curtus*, Meek.
- » *axiniformis*, Phillips.

Protoschizodus axiniformis, Portlock.

Pterinopecten papiraceus, Sow. (abundante).

Myalina parattenuata, Meek.

- » *verneuilli*, M'Coy.

Turbo hoeninghausianus, Kon.
Pleurotomaria vidalina, Mallada.
Bellerophon hiulcus (abundante).
 » *urii*, Flem.
Taxocrinus macrodactylus, Phillips.
Platycrinus sarae, M. W.
Ctenocrinus (Actinocrinus) punctatus, D'Eichwald.
Poteriocrinus crasus, Mill. (abundante).
 » *minutus*, F. A. Roemer.
Phillipsia Eichwaldi, Fischer.
Syringopora ramulosa, Goldf.
Fenestella (muy abundante).

En la cuenca de Charleroi se encuentran también, en igual posición, dos niveles de fauna marina, más un tercero, intermedio entre ambos, como sucede en el pozo del Fondón, de Langreo. Estos niveles belgas, que llevan los números 68, 69 y 70 de la escala de Stainier, están formados allí de bancos de caliza marina, de crinoides, y, sobre todo el 70, constituye un excelente horizonte de referencia. En el 68 se han encontrado *Leda acuta* y *Leda*, n. sp. En el 69, al techo de la *Veinette* núm. 11, de seis centímetros, se hallan *Lingula mytiloides* y *Patella* y una bella fauna de crinoides, clasificada por Koninck.

He aquí algunas de las especies encontradas:

Productus carbonarius.
Spirifer bisulcatus.
 » *striatus*.
 » *lineatus*.
 » *planosulcatus*.
Chonetes laguesseana.
Orthis, sp.

Aviculopecten scalaris.
Euomphalus, n. sp.
Conularia quadrisulcata.
 » n. sp.
Zaphrentis.
Poteriocrinus.
Fenestella.

A esta lista es preciso añadir la recogida en este mismo nivel por G. Delépine, muy variada en géneros y especies y clasificada por el mismo paleontólogo:

BRAQUIÓPODOS.

Productus semireticulatus, Martin.
 » *carbonarius*, Koninck.
Chonetes laguesseana, Koninck.
Discina (Orbiculoidea) nitida, Phillips.
Lingula mytiloides, Sowerby.
 LAMELIBRANQUIOS.
Nucula laevirostris, Portlock.
 » *gibbosa*, Fleming.
Nuculana attenuata, Fleming.
Schizodus antiquus, Hind.
Edmondia sulcata, Phillips.
 » cf. *pentonensis*, Hind.
Aviculopecten Dorlodoti, Delépine.

GASTERÓPODOS.

Bellerophon moravicus, Klebelsberg.
 » (*Euphemus*) *urei*, Fleming.
 » *tenuifascia*, Sow.
Hyalithus sturi, Klebelsberg.
Conularia, sp.

CEPALÓPODOS.

Reticuloceras superbilingue, Bisat.

Temnocheilus cf. *coronatus*, M'Coy.

Orthoceras, sp.

CRINOIDES.

Tallos.

En Bélgica, lo mismo que en Asturias, existen debajo del banco de pudinga hullera, en un espesor menor de 100 metros, *hasta tres niveles* de fauna marina, con varias especies comunes, constituyendo horizontes muy interesantes, principalmente de *crinoides* (1).

Los dos niveles extremos, o sea, el del muro de la pudinga y el del techo de las «Generalas», se encuentran, igualmente, en el Limburgo holandés (parte superior del «Epen Gruppe»).

En este horizonte se ha recogido allí la siguiente fauna:

Gastrioceras cancellatum.

» *creucellatum*.

Homoceras cf. *smithi*.

(1) En la cuenca del Norte de Francia, se encuentran también en este mismo nivel, bajo la «arenisca de Flines» varias de estas mismas especies:

Spirifer bisulcatus, Sow.

Orthis resupinata, Mar.

Orthothetes crenistria, Phill.

Athyris planosulcata, Phill.

Productus carbonarius, Kon.

Chonetes laguessiana, Kon.

Lingula mytiloides.

Pterinopecten papyraceus, Sow.

Estheria striata, Münt.

(Ch. Barrois: «Strates marines du terrain houiller du Nord», p.^o 95).

Homoceratoides prereticulatum.

Eumorphoceras carinatum.

Reticuloceras reticulatum.

Anthracoceras, sp.

Orthoceras.

Lingula mytiloides.

» *parallela*.

» *squamiformis*.

» cf. *credneri*.

Derbya.

Posidonomya corrugata.

Posidoniella laevis.

» *minor*.

Pterinopecten papyraceus.

» cf. *radiatus*.

Edmondia.

Modiola cf. *transversa*.

» *lata*.

Sanguinolites interruptus.

» v. *scriptus*.

» *plicatus*.

» *clavatus*.

Discina nitida.

Bellerophon urei.

Crinoides.

Spirorbis.

Ostrácodos.

Coelacanthus elegans.

Elonichthys denticulatus.

» *aitkeni*.

Rhizodopsis sauroides.

Megalichthys Hibberti.

Vetacapsula Cooperi Moys.

Peces.

Bellinurus bellulus (crustáceo).

Anthracomya Williamsoni.

» *minima*.

» *modiolaris*.

Naiadites carinata, Sow.

Carbonicola aquilina.

En la cuenca del Donetz se encuentra también a este nivel—como en Asturias—la especie *Spirifer mosquensis*, abundante, y sus variedades; y otras especies, tales como *Spirifer triradialis*, *Aviculopecten nobilis*, *Pterinopecten papyraceus* (forma típica), *Entolium Sowerby*, *Antracosia*, *Beyrichia*, etcétera.

En Asturias, por debajo de estos niveles marinos, desarróllanse varios bancos psamíticos muy potentes, sobre todo en Langreo, entre los cuales se interstratifica el paquete de capas de carbón denominado de las «Generalas», que, principalmente en Langreo, constituye uno de los más ricos de la cuenca. Hállase formado por tres y, a veces, cuatro venas de carbón; generalmente son tres en Langreo y Mieres, y cuatro en Aller. Están contenidas en un espesor total de 40 a 50 m. solamente, y sus potencias varían de 0,50 a 1,50 metros; en Langreo y Mieres las tres capas suelen estar algo más distanciadas entre sí que lo están las cuatro de Aller. Entre éstas, las dos intermedias, se hallan muy próximas, y son, tal vez, las que deben haberse juntado en Langreo y Mieres.

En las mismas condiciones estratigráficas y litológicas se encuentra este mismo paquete, de cuatro venas de carbón, en las cuencas belgas, sobre todo en la de Charleroi et la Basse-Sambre (*Veinette*, de 0,06 metros; *Veine Calvaire*, de 0,60 m.; *Veinette* núm. 72, de 0,25 m. y *Veine Sèche*, de 0,30), sólo que aquí, lo mismo que en las demás

cuencas centro-europeas, generalmente presentan espesores tan exiguos que resultan, casi siempre, inexplotables.

En Charleroi, no obstante, la capa «Calvaire», de una potencia media aceptable, presenta bastante regularidad, siendo la más importante del hullero inferior. Al techo de esta vena, de pizarra dura con lechos sideríticos, Stainier ha encontrado un nivel de fauna marina con *Lingula mytiloides*, *Goniatites diadema*, *Posidonomya*, *Crinoides* y numerosos *lamelibranquios* indeterminados.

La capa «Calvaire», de Charleroi, quizá sea la misma que lleva el nombre de «Chandelle» en la cuenca de Lieja, pues ocupa una posición estratigráfica análoga, tiene de 0,25 a 0,40 metros de potencia (en algunas ocasiones ha sido explotada) y lleva al techo una pizarra negra y dura, con escamas de peces (*Rhizodopsis*) y pequeñas conchas marinas, aun no determinadas. Su muro, como el de la «Veine Calvaire», es un banco de arenisca gris, muy dura.

La «Veine Sèche», de Charleroi, que es la más inferior del paquete, se compone, generalmente, de pequeños lechos de carbón, entre pizarras, con vegetales y nódulos sideríticos. Suele ser inexplotable. Al muro se encuentra el conocido banco de arenisca de *Salcinnes*, tantas veces confundido con la pudinga hullera H_{1c} por sus grandes analogías. Solamente se le distingue de ella por la ausencia de granos negros de lidita. En cambio, suele conservar en su masa trozos de carbón brillante (1).

En la cuenca de Lieja, la capa que se paraleliza con la «Veine Sèche», por su posición estratigráfica, es la denominada «Veine-au-Grès», que es la única realmente explotable del hullero inferior de dicha cuenca. Tiene una poten-

(1) El mismo curioso fenómeno presenta en Asturias el muro de arenisca de una de las capas «Generalas».

cia de 0,40 metros y su muro es un banco de arenisca nodulosa, muy dura, que quizá corresponda, aunque con menor espesor, al de la arenisca de «Salcinnes».

La «Veine-au-grès» lleva al techo *Lingula mytiloides* y otras conchas marinas indeterminables (1).

Este paquete de venas de carbón, queda reducido en el Limburgo holandés a varios carboneros inexplotables, con algunos bancos de arenisca, y presenta la particularidad de contener numerosos niveles de fauna marina, entre los cuales se reparten las especies anteriormente mencionadas. Al muro lleva este paquete un banco de arenisca grosera feldespática, lo mismo que en Bélgica y que en Asturias.

Inmediatamente debajo de este banco detrítico, suele encontrarse, en el westfaliense-moscoviense asturiano, un banquito de caliza hojosa y pizarra negra con *Eumorphoceras bisulcatum*, Girty, y *Gliphoceras striatum*, Sow., (*Goniatites crenistria*, Phillips), fauna que, como se sabe, solamente se había encontrado, hasta ahora, en el *namuriense inferior* del NO. de Europa. La segunda de estas especies aparece ya en el banco de mármol grioto del visense superior cantábrico, y sube en la escala estratigráfica del westfaliense de Asturias, como hemos de señalar después, hasta niveles más elevados que los reconocidos en las demás cuencas europeas.

Además de esta fauna de *Goniatites*, contiene este banco de caliza otras especies marinas, tales como las siguientes:

Productus aculeatus, Martin.

(1) En Asturias, el muro del paquete «Generalas» es también de arenisca dura y feldespática, principalmente en Langreo y Mieres.

Productus longispinus, Sow.

Spirifer convoluta var. *rhomboidea*, Phillips (abundante).

Spiriferina cristata var. *octoplicata*, Sow.

Chonetes Hardrensis, Phillips.

Myalina, sp.

Poteriocrinus minutus, F. A. Roemer.

Dentalina meckianum, Geim.

Fenestella (muy abundante).

G. Delépine, en un trabajo suyo sobre las faunas marinas del carbonífero asturiano (1), apoyándose principalmente en la fauna de *Goniatites*, coloca el paquete de las «Generalas» en el westfaliense medio, aproximadamente en la «hilada de Chatêlêt», de Bélgica, o sea, en nuestro subtramo «San Antonio».

Las demás circunstancias de orden estratigráfico y litológico, prueban, por el contrario, la edad namuriense superior de este paquete, y su paralelización, como acabamos de ver con las hiladas de la misma edad del westfaliense inferior de Europa.

En el estado actual de nuestros conocimientos sobre la distribución de la fauna en las escalas estratigráficas hulleras, es indudable que el argumento paleontológico sólo, es insuficiente, en la mayoría de los casos, para lograr la paralelización exacta de las hiladas. Las características de las variaciones de estas faunas, tanto en el sentido horizontal como en el vertical, no son aún lo suficientemente conocidas para que puedan servir de base segura en la determinación de los tramos y subtramos hulleros.

(1) G. Delépine: «Sur les faunes marines du Carbonifère des Asturies (Espagne)». Comptes rendus Academie des Sciences. 3 Septembre 1928.

Tramo A

Subtramo de «San Antonio»

Prosiguiendo en el estudio comparativo de la escala estratigráfica del westfaliense, a partir de la pudinga hullera H₁c, pero ahora en el sentido ascendente, existe, al techo de esta pudinga, un nivel de fauna marina que puede ser observado en Asturias (Langreo, Mieres y Aller), en Bélgica (cuenca de Charleroi et de la Basse-Sambre), en el Limburgo holandés (Laura IV, Domaniale, Bocholtz II, etc.) y en otras cuencas europeas.

Por encima de este nivel, y a mayor o menor distancia del mismo, pero siempre bastante próximo, existe un carbonero de pequeño espesor. En Asturias (Langreo, Mieres y Aller), en Bélgica (Charleroi et la Basse-Sambre y Lieja) y en el Limburgo holandés.

Este carbonero suele llevar un techo de fauna marina, bien conocido en dichas cuencas. El muro suele ser de arenisca más o menos feldespática.

En Asturias, se encuentran a este nivel, entre otras, las siguientes especies:

Productus semireticulatus, Martin.

- » *cora*, d'Orbigny.
- » *longispinus*, Sow.
- » *spinulosus*, Sow.
- » *arcuarius*, De Koninck.
- » *granulosus*, Phillips.
- » *scabriculus*, Martin.

Chonetes Hardrensis, Phillips.

Spirifer striatus, Martin.

Spirifer mosquensis, Fischer (abundante).

Athyris planosulcata, Phillips.

Camarophoria crumena, Martin.

Orthotetina Derbya.

Streptorhynchus crenistria, Phillips.

Myalina parattenuata, Meek.

Pterinopecten papyraceus, Sow.

Schizodus axiniformis, Phillips.

» *curtus*, Meek.

» *sulcatus*, Sow. (abundante).

Astarte sub-ovalis, Barrois.

Bellerophon Urei, Flem.

» *hiulcus*, Martin (abundante).

Poteriocrinus minutus, F. A. Roemer.

» *varians*, d'Eichwald.

Phillipsia Eichwaldi, Fischer.

Fenestella.

Fusulina cylindrica, Fischer.

En la cuenca de Charleroi, este carbonero (*Veinette* número 66, de Stainier) está constituido por dos venillas de 15 centímetros, de carbón, separadas por un lecho de pizarra de 0,50 metros. Al techo lleva una capita de 0,10 metros de piritita de hierro, a la que se le superpone un lecho de pizarra gris con restos de *Modiola*.

Por encima de este carbonero, y muy próximos a él, existen en Asturias, sobre un banco de arenisca (B¹ de Adaro), dos venas de carbón, una de las cuales suele ser explotable. Es el nivel conocido en Langreo con el nombre de «Paula» o «1^{er}. San Antonio». En la cuenca asturiana suele ser explotable la vena superior, que es la que lleva el nombre de «Paula» (= «Isabela» = «Perla», etc.), quedando reducida la vena inferior a un carbonero o filete de car-

bón inexplorable. Los techos de estas dos venas presentan también lechos de fauna marina, siendo el más importante el de la capa «Paula», que constituye uno de los horizontes más constantes y más ricos de la cuenca.

Principalmente reconocido y estudiado por nosotros en Langreo, hemos determinado del mismo las siguientes especies:

- Productus spinulosus*, Sow.
 » *granulosus*, Phillips.
 » *cora*, d'Orbigny.
 » *semireticulatus*, Martin.
 » *undatus*, Defrance.
- Strophalosia llamellosa*, Geinitz.
Chonetes Hardrensis, Phillips.
Clesothyris Roysi, Lev.
Spirifer striata, Martin.
 » *mosquensis*, Fischer (abundante).
 » *duplicicosta*, var. Phillips.
- Athyris planosulcata*, Phillips.
 » *expansa*, Phillips.
- Camarophoria crumena*, Martin.
Streptorhynchus crenistria, Phillips.
Myalina compressa, Hind.
 » *Verneuilli*, M'Coy.
 » *sublamellosa*, Hind.
 » *parattenuata*, Meek.
- Edmondia punctatella*, Hind.
Aulacorhynchus Davidsoni, Barrois.
Conocardium Cortazari, Mallada.
Macrodon Monreali, Barrois. (= *Paralelodon obtusus*, Phillips. Muy abundante).
Paralelodon semicostatus, M'Coy.

- Nucula trivialis*, d'Eichwald.
 » *exigua*, d'Eichwald.
Nuculana bellistriata, Ster.
 » *acuta*, Sowerby.
Solenopsis paralela, Hind.
Pterinopecten papyraceus, Sow.
 » *meleagrinoides*, M'Coy.
 » *radiatus*, Phillips.
Aviculopecten Forbesii, M'Coy.
Schizodus axiniformis, Phillips.
 » *sulcatus*, Sow. (muy abundante).
 » *cartus*, Meek.
- Astarte subovalis*, Barrois (*Cardinia subovalis*, Mallada) (abundante).
Bellerophon dissulcatus, var. Flem.
 » *gracilis*, Mallada.
 » *hiulcus*, Martin.
 » *vasulites*, Montf.
- Orthoceras (Pseudorthoceras) Knoxense*, Girty.
Straparollus pileopsideus, Phillips.
Pleurotomaria, sp.
Chemnitzia scalarioidea, Phill.
Littorina Ciana, Vern.
Macrocheilus acutus, Sow.
Poteriocrinus minutus, F. A. Roemer.
 » *varians*, d'Eichwald.
Fenestella plebeia, M'Coy.
 » (abundante).
Dentalina meckiamum, Geinitz.
Phillipsia Eichwaldi, Fischer.
Fusulina cylindrica, Fischer.
Homaceratoïdes divaricatum, Hind.

A unos 10 ó 15 metros al techo del «carbonero Paula» existe otro carbonero de pequeño espesor, que en el «Fondón» lleva un techo de fauna marina, con varias de las especies de la lista anterior. Pero en Mieres y en Aller este carbonero no ha sido todavía bien reconocido.

Estas cuatro venas de carbón de la parte inferior del tramo A, de Asturias (subtramo de «San Antonio»), tan notable por la riqueza y variedad de su fauna marina, se hallan interstratificadas entre bancos de arenisca, de mayor o menor espesor.

En Bélgica existe también, sobre un banco de arenisca fuerte, que puede paralelizarse por su posición estratigráfica con el banco B¹ de Adaro, dos venas de carbón de poco espesor. En Charleroi, en el pozo núm. 1 de Boubier, un carbonero, 64^c de 0,10 metros y la «Veine Pasture», de 0,30 metros, se paralelizan con nuestras «Perla» y «Perlita», de Aller, en posición y distancia entre sí. El carbonero lleva también un techo marino bastante interesante, aunque no tanto, ni mucho menos, como el de Asturias.

En dicho lecho se encuentran numerosas escamas de peces y la especie *Lingula mytiloides* (nivel de la capa «Paula»).

En otro lugar de la cuenca de Charleroi, se ha encontrado, a unos 60 a 70 metros por debajo de la «Veine Leopold», un carbonero, que parece corresponder al nivel de la «Veine Pasture», cuyo techo se halla literalmente lleno de numerosas especies marinas, entre las cuales Stainier ha encontrado *Goniatites diadema*, *Orthoceras* y *Aviculopecten*.

En la cuenca de Lieja, estas venillas de carbón, con fauna marina, se hallan algo más separadas que en Asturias y en Charleroi, pero presentan características fáunicas análogas. Así, el carbonero superior, de 0,10 metros, de-

nominado «Veine de Flône», presenta también en su techo numerosas escamas de peces, *Coelacanthus* y *Elongycthyx* y algunos ejemplares de *Carbonicola*.

El carbonero inferior (nivel núm. 106, de Stainier, a 55 metros bajo la «Petite-Veine de Oupeye») tiene su techo literalmente cuajado de conchas marinas (como el de la «Veine Pasture»), pero tan aplastadas y rotas que apenas son determinables genéricamente, habiéndose reconocido solamente *Orthoceras*, *Goniatites* y *Entomostráceos*.

Este nivel de nuestra capa «Paula» se halla aún poco estudiado en Bélgica.

En la escala estratigráfica holandesa existen también, en la misma posición estratigráfica, dos venas VI^a y VI^b, que, a veces, tienen buena potencia, con sus correspondientes lechos de fauna marina.

Es una fauna de *Goniatites* y de varios ejemplares de lamelibranquios y cefalópodos, etc., fauna estudiada por G. Delépine y cuyas principales especies son las siguientes:

Anthracoceras arcuatilobatum.

Nomismóceras.

Gastrioceras circumplicatile.

» *ruræ*.

» *cumbriensi*.

» *crenulatum*.

» *crencellatum*.

Pericyclus (Homoceratoides) divaricatum (1).

Orthoceras.

Pterinopecten papyráceus.

(1) Esta especie y otras varias se encuentran también en el mismo horizonte en la cuenca central de Asturias.

Edmondia.

Modiola.

Posidonomya corrugata.

Posidoniella laevis.

» *sulcata.*

Leiopteria laminosa.

Lingula mytiloides.

Discina.

A esta lista hay que añadir algunas otras especies de la fauna denominada euryhalina, que también se encuentra a este nivel de la escala holandesa:

Anthracomya Williamsoni.

» *mínima.*

» *modiolaris.*

Carbonícola aquilina.

» *robusta.*

Naiadites carinata.

Beyrichia arcuata.

Carbonia fabulina.

Spirorbis.

Elonichthys denticulatus.

Coelacanthus elegans.

» *mucronatus.*

Rhizodopsis sauroides.

Platysomus parvulus.

» *rotundus.*

Rhadinichthys Renieri, etc.

En Asturias, como a unos 15 a 20 metros al techo de la capa «Paula», existe un carbonero con un lecho de fauna marina. Las especies encontradas son las mismas que las

del techo de aquella capa. Entre ella y el carbonero existen bancos de arenisca de grano fino.

Este mismo filete, de unos 0,15 metros, se encuentra en la cuenca de Charleroi y a la misma distancia que en Asturias, de la «Veinette Pasture» (64^c), llevando aquí el nombre de «Veinette Seghers» (64^b), también con un espeso banco de arenisca por muro. Su techo lleva, igualmente, un lecho marino con *Lingula mytiloides* y *Entomostráceos*.

En Lieja, existe al techo de la «Veine de Flône» una capita denominada «Mâcy-Veine», de potencia muy variable (0,15 a 0,40 metros) que, a veces, ha sido explotada y que presenta características análogas a las de la «Veinette Seghers», de Charleroi; lleva también, al muro, bancos de arenisca y, al techo, pizarra con escamas de *Coelacanthus* y restos de *Anthracomya Williamsoni*, *Entomostráceos*, etcétera.

En el Limburgo holandés, esta vena se halla representada por la capa VI, situada a unos 42 metros por debajo del Nivel de *Finefrau*. Lleva igualmente al muro un espeso banco de arenisca, pero el nivel marino del techo no ha sido reconocido aún.

Ascendiendo en la escala estratigráfica, existe en Langreo («Fondón»), a unos 75 metros al techo de la capa «Paula», un carbonero con fauna marina, desconocido en el resto de la cuenca. En Charleroi, se encuentra a este mismo nivel la «Veine Leopold», de unos 0,50 metros de potencia, de gran regularidad, por cuya circunstancia, no obstante su pequeña potencia, da un excelente rendimiento; lleva al techo una pizarra negra muy fosilífera. Esta pizarra suele contener lechos de siderita negra, alguno de ellos muy regular. A veces contiene también este techo nódulos de pirita compacta, del tamaño de avellanas.

El nivel fosilífero del techo de la «Veine Leopold» es uno de los más interesantes del hullero de Bélgica, por encontrarse en él, según Stainier, «una curiosa mezcla de conchas y de peces marinos y de conchas generalmente consideradas como de agua dulce».

A nuestro juicio, apoyándonos en las consideraciones anteriormente expuestas, toda esta fauna la consideramos marina.

He aquí la lista de varias de las especies encontradas:

Lingula mytiloides.

Coelacanthus lepturus.

Elonchthys.

Rhizodopsis.

Megalychthys.

Platysomus.

Carbonicola ovalis.

» sp.

Stainier hace notar que ha recogido abundantes ejemplares de *Lingula* y de *Carbonicola* sobre la misma junta de estratificación.

Esta capa de Charleroi debe paralelizarse con el carbonero 103 de la cuenca de Lieja, situado al techo de la «Mâcy-Veine». El techo de dicho carbonero constituye también, como el de la capa «Leopold», un notable horizonte fosilífero. Suele estar formado de pizarra micácea y contiene numerosas escamas de peces, *Elonchthys*, *Platysomus*, *Rhizodopsis* y restos de conchas difíciles de determinar. Muchas veces falta el carbonero, y entonces el techo de pizarra micácea, con la misma fauna marina, aparece en contacto con el muro.

En Holanda, la capa V, situada al techo de la capa VI,

debe paralelizarse con aquel carbonero (núm. 103) de Lieja, y aunque en este nivel se han encontrado algunos ejemplares de fauna marina los techos de las capas V y VI no están todavía suficientemente estudiados.

De otra parte, es admirable la exacta correspondencia existente en este subtramo, entre las escalas de Bélgica y Holanda. Al techo de la «Veine Leopold», de Charleroi, existe el carbonero de su nombre («Veiniat Leopold», de 0,30 metros), que a veces es explotable; lleva un techo de pizarra negra, hojosa y fosilífera, con *Lingula mytiloides* y escamas de peces. Este carbonero se paraleliza con la capa «Petite Pucelle» (núm. 102, de 0,30 metros) de la cuenca de Lieja, que, a veces, también es explotable. Su techo, muy constante, es una pizarra negra, hojosa y muy fosilífera. En algunos lugares, como en Biquet-Gorée, está completamente cuajada de moldes de *Anthracomya Williansoni* y otras conchas y, además, de escamas de peces. Stainier, asimila también a este nivel, en Baldaz-Labore, túnel Beco, un carbonero con *Lingula mytiloides* y escamas de peces, o sea, con la misma fauna que «Veiniat Leopold», de Charleroi; cumpliéndose con ello, una vez más, la coexistencia sobre un mismo lecho de faunas francamente marinas y de las consideradas como de agua dulce.

En el Limburgo holandés existe la vena IV^b, de 0,50 metros, en una posición análoga, pero su techo no es aún bien conocido.

En Asturias y en la cuenca del Donetz, esta parte del subtramo «San Antonio», poco estudiada todavía, a causa de su esterilidad, no presenta cortes estratigráficos tan detallados y concordantes, pero es casi seguro que, a medida que se avance en su conocimiento, la correspondencia con las demás cuencas europeas se hará mucho más patente.

Y con esto llegamos a un famoso nivel fosilífero, bien

conocido y estudiado en la mayor parte de las cuencas wesfalienses-moscovienses de Europa. Nos referimos al *Nivel de la capa Angelita* o «Desconocida», en Asturias; de *Floriffoux*, en Bélgica; de *Finefrau*, en Holanda y Alemania, etc., cuya correspondencia y circunstancias estratigráficas son tan admirables como sorprendentes.

En todos estos países, este nivel se encuentra a unos 140-180 metros sobre el de la pudinga hullera H_{1c}, y su constitución litológica y estratigráfica es exactamente la misma.

En Asturias, el muro de este nivel está constituido, primero por un banco de pudinga silícea, parecido al B de Adaro, aunque no es tan compacto, ni tan silíceo, presentando también la circunstancia de que, como sucede con el banco B, unas veces tiene la contextura de una arenisca grosera (por ejemplo, en Langreo) y, otras, es frecuente encontrarlo en forma de pudinga (como en Mieres y Aller). Intestando con el techo, o un poco separado de él, lleva siempre un carbonero o una pizarra carbonosa, que suele pasar desapercibida. En el pozo del Fondón, es un lecho de pizarra carbonosa y, en Mieres, un carbonero insignificante, ambos un poco separados de la pudinga. En la «Sociedad Industrial Asturiana», del valle de Aller, es una pequeña vena denominada «Carbonero de Benita», pegada al mismo banco, y en la «Hullera Española» no se hace figurar por estar convertida en pizarra carbonosa.

Superpuesto a este filete de carbón se encuentra un banco de psamita o arenisca fuerte, designado por Adaro con la letra B², que sirve de muro inmediato a la notable capa conocida en Langreo con los nombres de «Panarrina», «Angelita», «Desconocida», «2.º San Antonio», etc., que lleva un techo de fauna marina, muy constante, en toda la cuenca central de Asturias.

En Mieres se conoce esta capa con el nombre de «Requintina» y, en Aller, con el de «Benita». Su potencia suele ser de unos 0,65 a 0,70 metros.

El lecho de fauna marina de la capa «Desconocida» ha sido citado por Barrois en su obra sobre los estratos marinos del terreno hullero del Norte de Francia, poniéndole como ejemplo de uno de los mejores horizontes de referencia o *Keyrocks* de los ingenieros anglo-americanos, para la identificación de las hiladas hulleras.

He aquí la lista de algunas especies, reconocidas por nosotros, correspondientes a este nivel:

Lingula squamiformis, Phillips.

Productus semireticulatus, var. Martini.

Chonetes Hardrensis, Phillips.

Spirifer striatus, Martin.

» *striata* var. *attenuata*, Sow.

» *mosquensis*, Fischer (abundante).

» *bisulcatus* var. *semicircularis*, Sow.

Athyris lamellosa, L'Eiveillé.

» *planosulcata*, Phillips.

Myalina Verneulli, M'Coy.

» n. sp.

Nucalana bellistriata, Ster.

Schizodus sulcatus, Sow.

Astarte subovalis, Barrois (abundante).

Pleurotomaria Vidalina, Mallada.

Caninia torquia, Owans Kansas.

Es realmente notable lo que ocurre con este horizonte marino de la «Desconocida», cuya constancia llamó ya la atención de geólogo tan experimentado como Barrois, a quien en varias ocasiones hemos enviado material paleon-

tológico de esta capa, constancia ya observada, desde hace mucho tiempo, por los ingenieros de minas de la Sociedad Metalúrgica Duro-Felguera, a los que sirvió de nivel-guía en varias ocasiones.

Este conjunto singular estratigráfico de conglomerado (o arenisca grosera) carbonero, psamita fuerte y capa de carbón con techo marino de gran regularidad y riqueza, diferencia fácilmente el nivel de estas dos pudingas de la parte inferior del tramo A, por lo cual, en Asturias, no se prestan a confusión estos dos bancos.

Pues bien, este famoso horizonte asturiano se paraleliza exactamente con los también notabilísimos «horizonte de Floriffoux», de Bélgica, y «Finefrau», de Holanda y Alemania, como ya se ha dicho y vamos a ver en detalle, a continuación.

En las cuencas de Bélgica (Charleroi y Lieja), existe también, como en Asturias, este segundo banco de pudinga, y allí, lo mismo que aquí, se suceden, en igual disposición estratigráfica, un banco de conglomerado, un carbonero, un banco de arenisca y las capas «Sainte Barbe de Floriffoux» (Charleroi) y «Grande Pucelle» (= *Desirée*, Lieja), ambas capas con lechos de fauna marina, constantes y ricos en especies.

La capa «Sainte Barbe de Floriffoux», de Charleroi, es, según Stainier, la más fácil de reconocer de toda la cuenca por el conjunto de sus particulares caracteres. Es una capa de estructura en rosario, siendo más potente hacia el extremo oriental de la cuenca, donde se presenta en dos venas y ha sido explotada, de 0,40 a 0,50 metros de potencia. Hacia el occidente la capa se hace más estrecha e inexplorable, llegando a convertirse en un carbonero de 0,30 metros. Su techo es de pizarra negra, muy carbonosa, que, a veces, tiene el aspecto de *pseudo cannel coal*; otras veces es me-

nos carbonosa pero conserva el color negro mate; contiene pirita en cristales aislados o agrupados y también en delgados lechos; a veces esta pizarra es algo calcárea y contiene gruesos nódulos ovoides (*roofs-balls*) de caliza muy dura, silíceo y siderítica. Estos nódulos, que a veces tienen hasta 0,15 metros de diámetro, son muy fosilíferos, y suelen encerrar, entre otros, moldes de *Goniatites*, que conservan su forma primitiva. Suelen estar piritizados o bien moldeados por una materia carbonatada de un color negro brillante. Según Dorlodot, los *roof-balls* encierran, como sucede frecuentemente, restos o indicios de un fragmento leñoso alargado, que parece haber servido de centro de atracción en el fenómeno de la formación concrecionada de los nódulos. Esta madera, se encuentra generalmente transformada en una materia carbonosa denominada «antracita» por algunos autores, compacta, con brillo vítreo y de fractura concoidea, parecida al azabache. Incorporados a esas masas de aspecto de azabache obsérvanse, a veces, moldes de *Goniatites* soldados en racimos.

Diseminados en la pizarra negra del techo se encuentran numerosas impresiones de fauna marina. Suele existir también en este techo, un banco de 0,20 metros de siderita bien estratificada, con vetillas blancas perpendiculares a la estratificación, y como a un metro de la capa lleva, a veces, un lecho de pizarra gris con bellas impresiones de vegetales. Otras veces, como ocurre en Carbonnages de Masse-Diarbois, se encuentran dentro de la misma capa nódulos o concreciones carbonatadas, muy duras, con restos de vegetales de estructura conservada (*coal-balls*), que en algunos sitios se acumulan en tal forma que estorban la explotación.

El muro es, generalmente, de arenisca dura, compacta, que en su parte inferior suele presentar el aspecto pudin-

guiforme, por lo cual se ha confundido muchas veces este banco con el de la pudinga hullera H_{1c}. En ocasiones, esta arenisca encierra también en su masa nódulos de pirita fibro-radiada.

El nivel fosilífero de la capa «Sainte-Barbe de Floriffoux» está considerado como el más importante e interesante de la cuenca belga. Es muy rico en especies marinas, que se encuentran tanto en los nódulos calizos como en las pizarras del techo.

Stainier ha reconocido las siguientes especies:

Goniatites diadema.

» *Listeri*.

» *atratus*.

Orthoceras.

Lingula mytiloides,

Aviculopecten papyraceus.

Myalina.

Posidonomya Becheri.

» *membranacea*.

Elonchthys Aitkeni.

Helodus.

Entomostráceos.

Existen localizaciones notables de especies, como, por ejemplo, de *Aviculopecten* y de *Posidonomyas*.

Posteriormente a Stainier, los Sres. Dorlodot y Delépine han hecho un notable estudio (1) de la distribución estratigráfica de los niveles marinos en la parte inferior del terreno hullero de Bélgica (especialmente de la cuenca de Char-

(1) Jean de Dorlodot et G. Delépine: «Faune Marine du Terrain Houiller de la Belgique». 1930.

leroi et de la Basse Sambre), que representa un avance en el conocimiento de esta fauna hullera.

El clásico nivel de «Sainte-Barbe de Floriffoux» de *Gastrioceras subcrenatum* (= *G. carbonarium*) ha sido estudiado por tan distinguidos paleontólogos con la más escrupulosa atención, habiendo encontrado en el mismo las siguientes especies:

Gastrioceras subcrenatum, Schlothein (muy abundante).

Homoceratoides divaricatum, Hind. (abundante).

Orthoceras giganteum, Sowerby.

» sp.

Posidoniella laevis, Brown. (muy abundante).

Pterinopecten papyraceus, Sowerby (1).

Solenomya primaeva, Phill.

Hyolithus Sturi, Klebelsberg.

Lingula mytiloides, Sowerby.

Escamas de peces.

En la cuenca de Lieja, la «Veine Grande-Pucelle» (=«Désirée»=«Grande»=«Veine d'Oupeye», etc.) presenta las mismas características que la «Veine Sainte Barbe de Floriffoux», de Charleroi, con la única diferencia de que aquí suele tener tramos de gran potencia, como, por ejemplo, en Huy, donde ha dado lugar a una gran explotación, y en las hulleras de Bois d'Avroy, donde con el nombre de «Désirée» también ha sido intensamente explotada, presentando frecuentemente una potencia de 0,70 metros en una sola vena. En otros lugares de la misma cuenca no tenía

(1) Generalmente las especies *Pterinopecten papyraceus* y *Gastrioceras subcrenatum* se encuentran asociadas sobre la misma junta de estratificación.

más de 0,50 metros, como en el pozo «Hena», de «Bon-Espoir», pero a causa de su regularidad en esta región y de la buena calidad del combustible, también produjo un buen rendimiento. Igualmente, en las hulleras de Abhooz, la capa es muy regular, y con una potencia constante de 0,50 a 0,55 metros se explota activamente con el nombre de «Grande-Veine d'Oupeye». En cambio, en otros sitios, la capa queda reducida a un carbonero de 0,30 metros y, por tanto, inexplorable.

Como se ve, la «Veine Grande-Pucelle» presenta también, en conjunto, una gran irregularidad. Su techo es una pizarra negra, a veces pardusca, algo micácea, con delgados lechos sideríticos y fosilíferos, sobre todo en la parte occidental de la cuenca. En el techo, a un metro de la capa (lo mismo que ocurre en la «Veine Sainte-Barbe de Floriffou»), lleva un lecho de pizarra gris con impresiones de vegetales (helechos). El muro, psamítico, presenta, a veces, un banco de cuarcita grisácea, o de arenisca muy compacta, y dura, que se paraleliza con el banco B² de la cuenca asturiana. Inmediatamente debajo existe, también, un carbonero de 0,15 metros («Veinette» n.º 101), de una notable continuidad en toda la cuenca. Lleva al muro un conocido banco de arenisca, más o menos separado del carbonero —circunstancia que también ocurre en Asturias— y que presenta también las mismas características que aquí en cuanto a su estructura, pues es una arenisca grosera, dura, y, en algunos lugares, pasa a ser un banco de pudinga sílicea.

Tanto la capa como el carbonero, llevan también al techo sendos lechos fosilíferos, pero las especies encontradas en algunas hulleras, tales como en las de «Bois-des-Moines», «Bon-Espoir», etc., son de las consideradas como euryhalinas. Entre otras, pueden citarse:

Carbonicola acuta.

» *turgida* (muy abundante).

Elonychthys (numerosas escamas).

Al techo del carbonero (n.º 101, de Stainier) se ha encontrado una fauna bastante rica de *Anthracomya*.

En cambio, cosa singular, en las hulleras de «Wérister», de la misma cuenca de Lieja, «Plateaux de Herve», en el famoso nivel fosilífero de la «Veine Bouxharmont», que presenta iguales características, que las de la «Veine Sainte-Barbe de Floriffoux», la misma posición estratigráfica, las típicas particularidades litológicas, *Coal-balls*, dentro de la capa, y *Roof-balls* en el techo, etc., estos nódulos encierran abundantes fósiles marinos en magnífico estado de conservación, principalmente *Goniatites* y otras especies idénticas a las del techo de aquella capa:

Gastrioceras subcrenatum, Schl. (muy abundante).

» *Listeri*, Martin (muy raro).

Homoceratoides divaricatum, Hind. (raro).

Orthoceras, sp.

Pterinopecten papyraceus, Sowerby.

Vemos, pues, que en la cuenca de Lieja, sobre el techo de una misma capa, existen faunas consideradas, unas como de agua dulce y, otras, francamente marinas, dentro de estructuras litológicas análogas, todo lo cual comprueba una vez más la regularidad de los fenómenos sedimentarios y la identidad de *facies* de las faunas.

En la cuenca del Norte de Francia, el corte estratigráfico del centro del «Massif du Borinage» presenta también, a este nivel, la típica estructura señalada para las cuencas de Asturias y Bélgica. Al techo de un banco de arenisca

grosera C, que ocupa el nivel del banco de pudinga H₁c, de Bélgica, existe un horizonte de fauna marina bastante constante, y un poco por encima, a unos 120 m. de distancia de la arenisca C, existe un banco de pudinga silícea, bien definido, con fauna marina. La posición y la distancia entre estos bancos detríticos, como se ve, son exactamente las mismas que tienen en las cuencas de Asturias y Bélgica.

En el carbonífero de Holanda, la capa *Finefrau-Nebenbank*, del «Baarlo-Gruppe», corresponde a este mismo horizonte. Lleva al muro un complejo litológico análogo, de bancos de arenisca y conglomerado (*Finefrau-Konglomerat*) que principalmente se observan en los cortes estratigráficos de las minas «Laura IV», «Domaniale» y sondeos 112, 113 y 117. En el corte S. M. L V I, el lugar del conglomerado ocúpalo un banco de pizarra silícea, al que se le superpone un carbonero de 0,15 metros (IV.º).

El techo de la capa es de pizarra negra, con numerosos restos de fauna marina y de la denominada euryhalina. Encierra también, como en Bélgica, nódulos de caliza (*Roofnodules* o *Dochknollen*) con *Goniatites*.

En la mina «Domanial-Grube», estos nódulos, o *Coalballs*, encierran interesantes restos de flora, estudiados por Koopmans, según hemos dicho anteriormente.

Este notable nivel marino «Finefrau-Nebenbank», del Limburgo holandés, correspondiente al nivel «Angelita» (= «Desconocida»), de Asturias, contiene, en su techo, la siguiente fauna, clasificada por Jongmans y G. Delépine. El primero ha determinado:

- Lingula mytiloides* (muy abundante).
» *squaformis* (muy rara) (1).

(1) Esta especie se encuentra también en el mismo nivel, en Asturias.

Lingula cf. *Credneri*.

Discina.

Posidoniella sulcata.

» *laevis*.

» *minor*.

Nuculana attenuata.

Modiola lata.

Sanguinolites.

Myalina.

Edmondia.

Parallelodon.

Posidonomya membranacea (rara).

Pterinopecten papyraceus.

Bellerophon moravicum (abundante).

» *Urei* (raro).

Gastrioceras cumbriense.

» *Rurge*.

» cf. *Listeri*.

» cf. *circumnodosum*.

» cf. *crenulatum*.

» *umbricum*.

Anthracoceras arcuatilobatum.

Nomismóceras.

Orthoceras (raro).

Delépine ha determinado las siguientes especies:

Lingula mytiloides.

Nuculana oblonga.

» *attenuata*.

Ctenodonta undulata.

Edmondia arcuata.

Posidoniella laevis.

» *minor*.

Posidonomya corrugata.
Solenomya primaeva.
Pterinopecten papyráceus.
Modiola lata.
Bellerophon Urei.
 » *moravicus.*
Elonychthys Aitkeni.
Coelacanthus mucronatus.
Ostrácodos.
Hyalolithus (?) Sturi.
Orthoceras.
Anthrácóceras discus.
Dimorphoceras, sp.
Gastrioceras circumnodosum.
 » *Listeri.*

A estas listas hay que añadir las especies consideradas como de agua dulce, que se encuentran en el mismo nivel y que han sido determinadas, en su mayoría, por P. Pruvost:

Anthracomya mínima.
 » *Williamsoni.* } Abundantes.
Carbonícola aquilina.
Naiadites carinata.
 » *modiolaris.*
Elonychthys denticulata.
 » *Aitkeni.*
Rhadinichthys Renieri.
Coelacanthus elegans.
 » *mucronatus.*
Rhizodopsis sauroides.
Platysomus parvulus.
Megalichthys Hibberti.

Mesolepsis scalaris.
Beyrichia arcuata.
Carbonia fabulina.
Spirorbis pusilla (muy raro).
Leaia tricarinata var. *mínima.*
Anthrapalaemon, sp.
Palaeoxyris.
Bellinurus bellulus.
Estheria striata.

En Alemania, de donde los geólogos holandeses han tomado el nombre de este nivel, la composición litológica y fáunica de la capa «Finefrau» es la misma. Lleva al muro arenisca y un espeso banco de conglomerado silíceo. En su techo se encuentra una rica fauna de crinoides, braquiópodos, lamelibranquios, cefalópodos y gasterópodos.

La capa «Finefrau», por su posición estratigráfica, se paraleliza con el segundo carbonero situado al techo del banco de caliza G₂, de la cuenca del Donetz.

En Asturias, por encima del nivel de la capa «Angelita», hasta el paquete «María Luisa», existe una zona estéril de unos 120 metros, en la que se intercalan, entre bancos de arenisca y algunas pizarras, varios carboneros inexplorables. El número de estos carboneros reconocidos hasta ahora es de cinco («Fondón», Sama) a siete (Mieres). Entre todos ellos el más interesante es el que ocupa una posición intermedia en dicha zona estéril, o sea, el «carbonero A» de la Sociedad Industrial Asturiana, en Aller, que lleva un techo de fauna marina, del que hemos determinado las siguientes especies:

Productus longispinus, Sow.
 » *semireticulatus, Martin.*

Productus proboscideus, de Verneuil.

Spirifer striatus, Martin (muy abundante).

» *mosquensis*, Fischer.

Chonetes Hardrensis, Phillips.

Paralelodon obtusus, Phillips (= *Macrodon Monreali*, Barrois, muy abundante).

Poteriocrinus minutus, F. A. Roemer.

En Langreo, este nivel marino no ha sido aun estudiado. Sólo se conoce un lecho de pizarra con *Nereites*, equidistante entre las capas «Voz» y «Desconocida», que por su posición estratigráfica probablemente corresponda a este mismo nivel.

En Bélgica, en la cuenca de Charleroi et de la Basse Sambre, por encima de la «Veine Sainte-Barbe de Florifoux», hasta la «Veine Gros-Pierre», existe también una zona estéril del mismo espesor, en la que entre bancos de areniscas y pizarras se intercalan unos cuatro carboneros (*veinettes*) de 0,20 a 0,40 metros de potencia, casi todos ellos con techos fosilíferos marinos. El más interesante es el señalado con el número 59 de la escala de Stainier, que ocupa también, como el de Asturias, un nivel intermedio en dicha zona estéril. Este carbonero ha sido explotado temporalmente, aunque, en general, es inexplorable y en su techo se han encontrado numerosas escamas de peces, del género *Elonychthys*. En los techos de los carboneros subyacentes, se han determinado impresiones de *Lingula mytiloides*, de *Anthracomya*, en mal estado de conservación, y de escamas de *Rhizodopsis* y de *Elonychthys*.

Es notable observar la posición exacta que ocupan en esta zona estéril las cuatro vetas de carbón más inferiores de dicha zona, en las cuencas de Mieres y de Charleroi.

En la cuenca de Lieja, las dos venillas más inferiores,

de la misma zona, se reúnen en una capa de 0,40 metros, denominada «Chenou», que por presentar aquí características análogas a las de la capa «Desirée» (inmediatamente inferior) ha sido confundida con ella por el propio Stainier. En total, el número de carboneros de esta zona es de siete, como en Mieres, y todos ellos llevan techos fosilíferos con fauna de peces y *euryhalina*. Por su posición estratigráfica, paralelizamos nuestro carbonero de Aller con la vena denominada «Grande Farinette», de 0,40 metros de potencia en Lieja, que ocupa, igualmente, una posición intermedia en esta zona. En su techo se han encontrado también escamas de peces del género *Rhizodopsis*, como en Charleroi, y *Entomostráceos*.

En las vetas subyacentes, se han encontrado *Naiadites* y *Spirorbis carbonarius* fijados a las conchas, y la más inferior de todas, denominada «Chenou» — anteriormente mencionada—, lleva un techo francamente marino, con *Orthoceras*, *Lingula*, *Spirorbis*, escamas de *Elonychthys* e impresiones de *Carbonícola*, en el mismo lecho.

Es de notar la existencia en la cuenca de Lieja, al muro de la «Grande Farinette», de un banco de caliza, hecho que veremos repetirse, frecuentemente, en una gran extensión vertical, a medida que ascendamos en la escala estratigráfica de esta cuenca.

En el Limburgo holandés, la zona que estudiamos tiene mayor espesor (como sucede, en general, con todas las que forman su escala estratigráfica), pues alcanza unos 280 metros. En ella existen también, entre las capas «Finnefrau-Nebenbanck» y «Steinknipp», varios carboneros inexplorables, pero ocupando el nivel intermedio de esta zona existe una capa, denominada «Plasshofsbank», de 1,10 a 1,30 metros de potencia, que constituye un nivel muy constante y notable de esta cuenca.

En el techo de esta capa, francamente marino, se han encontrado las siguientes especies:

Lingula mytiloides.

» cf. *Credneri*.

Posidonomya sulcata, Hind.

Anthracoceras arcuatilobatum.

Orthoceras.

En Alemania, Kukuk, ha encontrado, a este mismo nivel, *Lingula*, *Aviculopecten*, *Goniatites*, *Bellerophon*, etcétera.

En la cuenca del Donetz, la capa «Plasshofsbank», de Holanda, tiene su equivalente, a nuestro juicio, en la vena g_2 (del tramo C^2_2 de Loutouguine), que lleva al techo un banco de arenisca de unos seis metros de potencia, sobre el que descansa un banquito de caliza G_3 con fusulinas y otros restos de fauna marina.

Tramo A

Subtramo de «María Luisa»

La zona comprendida entre los niveles «Angelita» y «Voz», que estamos examinando, es la más interesante entre todas las que constituyen las cuencas westfalienses-moscovienses de Europa, por sus características litológicas especiales. En ella abundan, como puede verse en los cortes estratigráficos de la cuenca de Asturias, los bancos detríticos, formados por areniscas más o menos feldespáticas, como ya se ha dicho, y entre ellos es principalmente notable por su potencia, compacidad y dureza, que le da un carácter distintivo, bien acusado, el banco superior de la

zona, que constituye, a su vez, la base del paquete de capas denominado «María Luisa». Este banco detrítico es bien conocido de todos los mineros asturianos con el nombre de «banco o arenisca de la Voz». Adaro le designó con la letra C. Este banco es el muro de la excelente capa de carbón que lleva el mismo nombre en Langreo (donde también se la conoce con el de «Escribana») y es la primera del paquete «María Luisa». Generalmente está formada de dos venas de 0,45 metros cada una. Lleva siempre al techo un carbonero, más o menos separado de la capa que, a veces, es explotable y al que se le conoce en Langreo con los nombres de «Carbonero Escribana», capa «María Teresa» y la «Carbonerona».

El muro de la «Voz» encierra en Langreo trozos voluminosos de carbón y de pizarra y, además, impresiones fosilíferas de grandes *Lepidodendron* y *Sigillarias*.

Entre la capa y el muro de arenisca suele existir un lecho delgado de pizarra negra con fauna marina; este lecho corresponde al techo de un carbonero, que descansa sobre el banco de arenisca. Al muro de este banco también se ha reconocido la existencia de otro carbonero, con techo de fauna marina.

Las especies determinadas, de estos niveles, son las siguientes:

Spirifer mosquensis, Fischer.

Chonetes Hardrensis, Phill. (muy abundante).

Paralelodon obtusus, Phill. (muy abundante).

Schizodus sulcatus.

Astarte sub ovalis, Barrois.

Poteriocrinus minutus, F. A. Roemer.

Fusulina, sp.

El techo de la capa «Voz» suele estar formado, también, por un banco de arenisca bastante fuerte, que, a veces, intesta con la misma capa, o con su carbonero, y, otras veces, se intercala entre ellos un banco de pizarra negra hojosa, con fauna marina y, a veces, también con impresiones vegetales.

El techo de la capa «María Teresa» está formado por una pizarra negra, muy rica en fauna marina, que constituye un horizonte muy constante en Langreo.

He aquí la lista de las especies reconocidas por nosotros a este nivel:

Productus longispinus, Sow. (abundante).

» *semireticulatus*, Martin.

Spirifer mosquensis, Fischer.

Chonetes Hardrensis, Phillips (abundante).

Orthis Michelinii, L'Eiveillé.

Orthoceras Goldfussianum, Kon.

» sp.

Goniatites.

En las minas «Mariana» y «Riquela», de la cuenca de Mieres, la capa «Voz» se la conoce con los nombres de «Tercera» y «Décima», respectivamente, y lleva también al techo un carbonero con fauna marina. El muro es, igualmente, de arenisca fuerte, en grandes bancos, entre los que se intercalan dos carboneros, en la misma disposición que en Langreo, pero aquí no han sido aún estudiados. El banco de arenisca del techo se halla, en Mieres, un poco más separado del carbonero de la capa «Tercera» de «Mariana» que lo está en Langreo del «Carbonero Escribana», con el que intesta.

En Aller, la capa «Voz», corresponde a las famosas y

excelentes capas denominadas «Princesa», en las minas de la Sociedad Industrial Asturiana, y «María», en las de la Hullera Española. Estas capas, son, sin disputa, las mejores de esta cuenca, por su potencia, que, a veces, alcanza hasta tres metros, siendo la media de 1,50, y la buena calidad de su combustible, de vapor. Presenta aquí las mismas características que en el resto de la cuenca asturiana: un muro de arenisca granuda, fuerte y potente, con diaclasas rellenas de carbón y un techo también de arenisca compacta, que descansa sobre la misma capa o sobre su carbonero. A veces, este techo lleva una salbanda de arcilla de cuatro centímetros y un falso techo de pizarra, que puede alcanzar 30 centímetros de espesor. Dentro de la misma capa de hulla suelen encontrarse cantos rodados de arenisca y hasta de carbón mismo.

Una de las modalidades más particulares de la capa «Voz» es que dentro de la regularidad de su techo y muro habituales, la capa presenta irregularidades de potencia extraordinarias. Ya hemos dicho que el espesor medio en Langreo es de 0,90 metros (a veces, como, por ejemplo, en el valle de Samuño, queda reducida a 0,45 metros, que presenta la capa «Polea»); en cambio, en Aller, constituye la mejor capa, por su potencia, de 1,50 a 3,00 metros.

Si grande y verdaderamente admirable es la semejanza litológica y disposición estratigráfica, en general, de los principales horizontes anteriormente examinados, del westfaliense, no lo es menos este notabilísimo nivel de la capa «Voz», que vamos a reconocer fácilmente y al primer golpe de vista en todas las cuencas europeas.

En Bélgica, la parte inferior de los grandes bancos de arenisca, subyacentes a la capa «Gros-Pierre», de la cuenca de Charleroi, que ya en 1899 paralelizaron los Sres. Kersten y Bogaert con los de la capa «Stenaye» (= «Grande

Veine des Dames»), de la cuenca de Lieja, se tomó por su constancia y generalidad como límite entre las hiladas de «Châtelet» y de «Charleroi», de aquella cuenca.

Estos bancos de arenisca son más o menos psamíticos, a veces tan duros como la cuarcita; son siempre muy espesos y por su constancia constituyen un horizonte seguro de referencia.

La capa «Gros-Pierre», de Charleroi, tiene una potencia media de 0,80 metros, pero presenta la misma irregularidad que en Asturias, pues ni en el centro ni en el occidente de aquella cuenca tiene grandes espesores y, a veces, se esteriliza por completo. Se halla formada por lechos alternantes de carbón y pizarra, con un falso muro de unos seis centímetros de pizarra, que se superpone al espeso banco de arenisca. El carbón suele ser muy fibroso, con moscas de pirita, y frecuentemente encierra, como en Asturias, cantos rodados de cuarcita. El techo suele ser psamítico o de pizarra negra muy hojosa, con bellas impresiones vegetales.

A una distancia variable de la capa—también como en Asturias—lleva al techo un carbonero, sobre todo en la parte oriental de la cuenca, en la Basse-Sambre, que, a veces, se aproxima tanto a la capa que se explota con ella, como ha sucedido en las hulleras de Arsimont. Este carbonero es el equivalente a nuestra capa «María Teresa», de Langreo.

La arenisca del muro de esta capa («Gros-Pierre»), por sus caracteres y su constancia, constituye, como ya se ha dicho, en toda la cuenca de Charleroi un notable horizonte. Es una arenisca sumamente dura, a veces pasa a verdadera cuarcita, y es, frecuentemente, vítrea, fisurada y acuífera. Las aguas que de ella manan son, con frecuencia, saladas y siempre sulfurosas. Este banco suele estar inmediatamente debajo de la capa, pero, a veces, como ocurre tam-

bién en Asturias, se interpone entre ellos un falso muro de pizarra arcillosa.

Tanto el carbonero, «Veiniat de Gros-Pierre», como la capa, llevan también techos con fauna marina. El primero encierra numerosas escamas de peces y el techo de la capa constituye un notable nivel por sus fósiles de fauna variada. Lleva este techo, igual que el carbonero, numerosas escamas de peces, de los siguientes géneros y especies, determinados por Stainier:

Elonychthys.

Platysomus.

Acrolepsis Hopkinsi.

Rhabdinychthys.

Pleuroodus affinis.

Rhizodopsis.

Coelacanthus.

También ha reconocido Stainier impresiones de *Anthracomya* y una pata de arácnido.

En Lieja, la «Grande Veine des Dames» (= «Stenaye») es una de las que conservan una buena potencia sobre la mayor extensión, siendo en el centro de la cuenca donde presenta su mayor riqueza. Allí donde se ofrece con mejor potencia, en Boys d'Avroy, en Avroy-Boveri, en Kesalles, etcétera, suele tener una vena maciza de 0,75 a 0,90 metros, o bien dos venas (como en Langreo), cuya potencia llega entonces a un metro. Hay regiones, como en «Bonne-Esperance», donde su potencia varía entre 1 y 1,50 m. Pero en otras (Awirs, Saint-Georges), esta potencia desciende a 0,50 y hasta a 0,30 metros. Considerada en conjunto, su potencia es, pues, muy variable, ofreciendo, por tanto, las mismas características que en Asturias.

Su techo suele ser de pizarra negra, hojosa, pero otras veces es psamítico o forma un banco de arenisca, que descansa directamente sobre la capa.

La arenisca del muro de la capa «Stenaye» es de una constancia y un espesor notables. Es el segundo horizonte de R. Malherbe. Suele ser más o menos duro y más o menos psamítico; unas veces en un sólo banco y, otras, en varios, con intercalaciones pizarrosas, y su espesor total varía entre 2 y 25 metros.

Al techo lleva también un carbonero (n.º 86 de Stainier, «Veinette Petite Dure») de escasa importancia económica, en general, aunque a veces tiene 0,50 metros de potencia, pero que reviste un gran interés «por su continuidad, sus caracteres y los fenómenos que presenta», según Stainier. «Lo que tiene de notable—añade dicho geólogo—es que esta capita tan pronto se encuentra pegada a la «Veine Stenaye» como se separa de ella hasta cerca de 12 metros, en lugares próximos de la cuenca. En el primer caso se la explota con la misma capa, aunque siempre conserva su individualidad, quedando separada de la «Veine Stenaye» por un lecho de pizarras negras», es decir, las mismas circunstancias que concurren en este carbonero-capas del nivel «María Teresa», tanto en Asturias como en la cuenca de Charleroi.

La «Veine Stenaye» y su carbonero tienen también sus techos fosilíferos. El de la primera, encierra, como en Charleroi, escamas y mandíbulas de peces y ejemplares de *Anthracomya* muy deformados, cubiertos, a veces, de *Spirorbis carbonarius*. El del carbonero encierra, igualmente, escamas de peces y fragmentos de conchas indeterminables.

En la cuenca del Limburgo holandés, el nivel de la capa «Voz» se halla exactamente representado por la capa «Steinknipp», que presenta idénticas características estra-

tigráficas. Se trata de una excelente capa que, como en Bélgica, constituye un importante horizonte de referencia, hasta el punto de que su nivel se ha tomado, lo mismo que en Bélgica y Alemania, como límite divisional entre los grupos «Baarlo» y «Wilhelmina».

Entre varios de los cortes estratigráficos de esta cuenca hemos tomado uno de los más representativos, el del sondeo S. M. LVI, en el que si bien la capa «Steinknipp» se halla reducida a un carbonero insignificante, de 0,10 metros, presenta un muro bien característico, formado de espesos bancos de arenisca dura, micácea, encerrando en su masa voluminosos cantos rodados de pizarra, análogamente a lo que ocurre en el muro de la capa «Voz», en Asturias. Este muro es también muy constante en toda la cuenca holandesa.

Por debajo de este nivel se encuentran varios filetes de carbón y de pizarra carbonosa, con numerosa fauna, entre la que se pueden citar las siguientes especies:

Rhadinychthys Renieri.

Elonychthys denticulata.

» *Aitkeni.*

Coelacanthus elegans.

» *mucronatus.*

Rhizodopsis sauroides.

Anthropalaemon, sp.

Bellinurus reginae.

Anthracomya mínima (abundante).

» *Williamsoni.*

» *modiolaris.*

Naiadites carinata (abundante).

Carbonicola túrgida.

» *aquilina.*

Spirorbis pusilla.

Carbonia fabulina.

Beyrichia arcuata (rara).

La capa «Steinknipp» presenta igualmente aquí una gran irregularidad. En las minas «Domaniale» y «Laura IV» tiene una potencia de 1,15 metros, y, en otros lugares, se ha cortado en 0,90 metros. A veces, como ya hemos visto, se reduce a un carbonero inexplorable. Su techo suele ser un banco de pizarra negra, de escaso espesor, sobre el que descansa, frecuentemente, un banco de arenisca más o menos grueso, y a mayor o menor distancia de la capa (sondeos S. M. L. VI y 117 y mina «Oranje Nassau I»).

Al techo de la capa «Steinknipp», aunque no está aún bien estudiado, existe un carbonero insignificante, con fauna marina. Se ha reconocido principalmente en la mina «Laura IV», en donde se han encontrado algunos ejemplares de *Lingula mytiloides*, fragmentos de *Goniatites* y *Anthracomya mínima*. Igualmente, al techo de la capa «Steinknipp» se han encontrado varios moldes de conchas marinas, indeterminadas.

Este mismo horizonte existe en la cuenca de Westfalia, donde lleva el nombre de «Sonnenschein». El muro es un espeso banco de arenisca muy dura y el techo un banco más pequeño de arenisca psamítica.

En Alemania solamente se han encontrado, un poco por encima de esta capa, algunos ejemplares de *Lingula mytiloides*.

En la cuenca del Donetz, este nivel se paraleliza con el de la capa g_3 del tramo C^2_2 , que lleva al muro un potente banco de arenisca de 45 metros de espesor. Su techo es de pizarra y a unos 15 metros de la capa lleva un banquito de caliza con fauna marina. Por cierto, que esta caliza, de dos

a tres metros de espesor, al techo de este nivel, no es peculiar exclusivamente de la cuenca rusa. Encuéntrase también, a la misma distancia de la capa, en la cuenca de Lieja, y un poco más separada en la de Aller, de Asturias.

Por no hacer demasiado prolijo este examen comparativo entre las principales cuencas europeas no hemos hecho figurar, gráficamente, las escalas hulleras de las cuencas del Norte de Francia, de Inglaterra y de Alemania. Pero en ellas, lo mismo que entre las figuradas, existe esa admirable correlación que denota la identidad de los fenómenos geológicos que han presidido su sedimentación.

Hasta con las cuencas inglesas, que por su posición geográfica actual presentan una aparente individualidad geológica, que están muy lejos de tener, puede llevarse a cabo esta paralelización en los detalles estratigráficos más minuciosos.

Ya el geólogo E. Hull, en 1877, después de haber efectuado una notable clasificación del hullero clásico de Inglaterra (1), intentó demostrar que sus divisiones se encontraban también en las cuencas extranjeras, y principalmente en Bélgica.

Su argumentación, en aquella época, en la que aun se hallaban muy atrasados los estudios de la estratigrafía paleontológica de los terrenos hulleros, se consideró demasiado atrevida, y no fué debidamente examinada.

Pocos años después, en 1881, Purves insistió en el estudio de esta correlación, aplicándola solamente al hullero inferior a la pudinga hullera (*Roug Rock*) y, desde entonces,

(1) E. Hull: «On the upper limit of essentially, marine strata of the carboniferous group of British Isles and adjoining continental districts with suggestions for a fresh classification of the carboniferous series». Quarterly Journal of the Geological Society. 1877, t. 33, página 613.

los hechos han venido demostrando que las relaciones establecidas por aquel geólogo, entre estos terrenos de Inglaterra y Bélgica, estaban perfectamente fundadas.

Los pisos C (*Yoredales Series*), D (*Millstone Grit*), E (hullero inferior) y F (hullero medio), de la división de Hull, se paralelizan exactamente con los distintos tramos de la cuenca belga.

Principalmente, como ha reconocido Stainier, la semejanza entre el piso E de Inglaterra, que contiene la serie comprendida entre la pudinga y el nivel de la capa «Voz», o sea, nuestro subtramo «San Antonio» y su equivalente la hilada de «Châtelet», de la cuenca de Charleroi, es verdaderamente admirable.

«Esta semejanza—dice Stainier—es tan marcada que se prosigue en los menores detalles y se creería poder llegar a relacionar las venas de ambas cuencas, a pesar de su distancia. Para cerciorarse de esta semejanza, basta comparar la escala estratigráfica dada por Wild (1) con la nuestra. Así se verá, bajo la última capa del hullero medio, una zona estéril de cerca de 200 metros, como entre nosotros, bajo la «Veine Gross-Pierre» (n.º 56). Después, una capa que lleva al techo una pizarra llena de gruesos nódulos ovoides de calizas, llamados *Caumpots* en el Lancashire. Tanto la pizarra como los nódulos están llenos de fósiles marinos (*Aviculopecten*, *Orthoceras*, *Goniatites*, etc.). A la vista de estos caracteres de la capa denominada allí *Bullion Coal*, que acabo de describir, creeríamos encontrarlos en presencia de la «Veine Sainte-Barbe de Floriffoux». Por debajo, en el Lancashire, se encuentra la importante capa «Gannister», que es la más productiva, la única ver-

(1) G. Wild: «The lower coal measures of Lancashire» (Trans. of the Geolog. Soc. of Manchester, t. 21, p. 365).

daderamente productiva, del hullero del piso E. Esta capa, que tiene al techo rocas duras con *Carbonícola* (*Anthraco-sia*), recuerda completamente, por sus caracteres, la «Veine Leopold», de la cuenca de Charleroi. Finalmente, en el Lancashire, por debajo de esta capa, vienen algunas capitas y carboneros accidentalmente explotables, con faunas marinas al techo, como en Bélgica. Y, como último punto de semejanza, señalaremos todavía una curiosa roca, denominada *Gannister* en Inglaterra. Es una roca silícea que forma el muro de varias capitas del *lower-coal-measures*, lo que ha hecho dar a esta hilada el nombre de *Gannister Series*. Esta roca es notable, principalmente al muro de la más importante capa de esta hilada, la capa *Gannister* o *Moutain Mine*, roca que en Bélgica se encuentra con las mismas características al muro de la «Veine Sainte-Barbe de Floriffoux».

»La hilada E termina en el Lancashire en el potente nivel de arenisca grosera y conglomerado que recuerda absolutamente nuestra pudinga hullera y que se denomina *Roug Rock*».

Modernamente, los notables trabajos de W. S. Bisat sobre las zonas de Goniatites existentes en el terreno hullero de Inglaterra (1), completan la antigua división de Hull y contribuyen eficazmente a la paralelización de estas hiladas con las de las demás cuencas europeas.

Basándose en estas zonas de Goniatites del hullero, el eminente paleontólogo G. Delépine ha compuesto excelentes cuadros de sincronización de hiladas, entre las cuencas

(1) W. S. Bisat. 1924. «Carboniferous goniatites of the N. of England and their zones». Proc. of the Yorksh. geol. Soc. (n. s. XX, páginas 40-124).

1928. «The carboniferous goniatites zones of England and their continental equivalents». Congrès de Heerlen. 1927.

de Inglaterra, Francia, Bélgica, Alemania y centro de los EE. UU. de Norteamérica, que pueden verse en sus trabajos «Les zones a Goniatites de Carbonifère» (1930) y «Faune Marine du Terrain Houiller de Belgique» (1930, pág. 100).

Sobre este potente banco detrítico C de la capa «Voz», único, por su peculiar estructura, en toda la escala del westfaliense, desarróllase en Asturias el paquete «María Luisa», que presenta también las particularidades que vamos a detallar seguidamente.

Este paquete comprende desde el nivel de la capa «Voz» (banco de arenisca C) hasta la zona, casi estéril, de unos 160 metros de espesor, que separa dicho paquete del conocido con el nombre del «Sotón», en Langreo.

Características principales del paquete «María Luisa» son: la irregularidad en la potencia de sus capas y carboneros y los trastornos de orden tectónico que, en general, presentan sus estratos, tanto en Langreo como en Mieres.

La mayor parte de los socavones transversales que han cortado este paquete, ofrecen anomalías y discordancias estratigráficas que denotan movimientos complejos, probablemente posteriores al plegamiento general de la cuenca.

Uno de los movimientos más acusados—verdadero salto—constitúyelo el de resbalamiento sobre un plano de falla que se extiende desde Sama hasta Mieres, según la dirección del eje mayor del gran geosinclinal principal de la cuenca, y que afecta singularmente a su vertiente occidental. Este salto, según la inclinación SE., o sea, hacia la línea axial hundida del geosinclinal (1), afecta a una gran parte de las labores mineras, tanto del pozo Fondón, de

(1) Véase el «Bosquejo estratigráfico de la cuenca central de Asturias», de L. Adaro. 1926.

Sama, como de las minas «Mariana» y «Riquela», de Mieres. Nosotros denominamos a este accidente estratigráfico falla de «María Luisa», por afectar especialmente a las capas de este paquete.

Y esta es la razón, a nuestro juicio, de que los espesores totales y las distancias entre las capas del grupo «María Luisa» se hayan alterado por los movimientos sufridos y difieran algo de una a otra región de la cuenca minera. Por ejemplo, el espesor total del grupo, desde la capa «Voz» o «Escribana» hasta la capa «Túnel», en Sotondio y Santa Ana, es de 200 a 250 metros, mientras que en Sama la distancia entre las capas «Escribana» y «Pizarro» (la más superior del paquete) es sólo de 170 metros. En Mieres y Aller, el espesor normal del grupo es de unos 215 m. (1), que comprende desde la capa «Tercera», de «Mariana» (= «Vieja»), hasta la capa «Cuarta», de «Riquela», en Mieres, y desde la capa «Princesa» (= «María») hasta la capa «Turquina», en Aller.

Aparte del accidente tectónico mencionado, el grupo «María Luisa» se caracteriza en Asturias por la irregularidad de sus sedimentos orgánicos, lo que hace variar mucho los espesores de sus capas de combustible y, por tanto, la riqueza del grupo en una u otra región de la cuenca.

Así, parece como si después del enorme esfuerzo realizado por el ciclo erosivo que dió origen a los potentes bancos detríticos de la «Voz», la naturaleza hubiera tomado un descanso, pues por encima de este nivel existe, en general,

(1) El corte estratigráfico que ofrecemos de la cuenca de Mieres es una reconstitución efectuada sobre los cortes de los socavones principales de las minas «Mariana» y «Riquela», apoyándonos en los trozos de los mismos no afectados por la falla de «María Luisa». Esta reconstitución se aproxima bastante al corte normal estratigráfico del grupo en la cuenca de Aller.

una zona de unos 80 metros, casi estéril, en la que se agrupan numerosos filetes de carbón inexplotables. No obstante, a veces, además del «Carbonero Escribana» (= «María Teresa») han podido explotarse: en Sama (Fondón) la capa «Dos Venas», de 0,60 metros, y, en Mieres («Mariana»), su paralela, la capa «Ortigala», también de dos venas y análoga potencia.

Por encima de esta zona y hasta el nivel de la capa «María Luisa» se encuentran otras cuatro venas de carbón, generalmente de escasa potencia, de 0,40 a 0,50 metros, que se denominan:

| En Sama (Fondón) | En Mieres (Riquela) |
|---------------------|------------------------|
| Molino | Séptima |
| División | Octava |
| Carbonero | Novena |
| C. Dos Venas | Carbonero |

La capa «María Luisa», que da nombre al grupo, presenta una buena potencia en Santa Ana (Langreo) y su combustible es de calidad inmejorable para gas. Se halla en el tercio superior del paquete, a una distancia normal de unos 150 metros de la capa «Voz». Suele llevar al muro uno o dos carboneros del mismo nombre que, a veces, son explotables y, en ocasiones, tan próximos a la capa que pueden explotarse juntos con ella. En Santa Ana, la capa «María Luisa» tiene un espesor de 1,25 metros y su carbonero de un metro. En otras minas, en cambio, la capa tiene sólo 0,40 metros, y aun menos, y el carbonero puede tener hasta 1,25 metros, por lo que en consideración a su mayor potencia se ha tomado a éste como la verdadera capa «María Luisa». Tal sucede, a nuestro juicio, con las venas «Carbonero Horreo» y capa «Horreo», del pozo del Fondón, la

última de las cuales, o sea, la más baja, geológicamente, se la considera por los mineros como la equivalente a la capa «María Luisa». Esta capa se la denomina en Mieres: «Sexta» en *Riquela*, y «Décima», en *Mariana* (capa «Séptima» en *San Víctor*, de Turón), siendo una de las mejores de esta cuenca por su excelente carbón, buena potencia (de 0,90 a 1,10 metros) y seguro techo.

Aunque la distancia normal del nivel de la capa «María Luisa» al de la capa «Voz» es de 150 metros, como ya se ha dicho, en Sama (Fondón), y a causa del accidente estratigráfico del que se ha hecho mención, esta distancia es sólo de 110 metros.

Por encima de este nivel existen otras cuatro venas de poca potencia, en general, aunque en algunos sitios, como, por ejemplo, en Langreo (Fondón), las dos más altas del grupo, llamadas «Gascue» y «Pizarro», presentan espesores de 0,70 y de 1,40 metros, respectivamente. En otros lugares de Langreo, como en Sotrondio, por ejemplo, la capa «Túnel» (= «Pizarro») sólo tiene 0,40 metros de espesor. También en Mieres, la capa «Cuarta» de *Riquela* (= «Pizarro») y «Quinta» de *Riquela* (= «Gascue»), sólo tienen 0,40 y 0,50 metros, respectivamente, de espesor.

El corte estratigráfico del grupo «María Luisa», en la cuenca de Aller, es, en general, análogo al de Mieres, discrepando de él solamente en uno o dos banquitos estrechos de caliza margosa, que existen aquí al techo del nivel de la capa «Princesa» (= «María»), o sea, en la parte inferior del grupo.

En las minas de la Industrial Asturiana existen dos banquitos de esta caliza, uno a 35 metros al techo de la capa «Princesa» y, otro, a los 50 metros. Ambos bancos están llenos de fauna marina.

En el primero hemos reconocido las siguientes especies:

Productus semireticulatus, Martin.

Spirifer striatus, Martin.

» *mosquensis*, Fischer.

Chonetes Hardrensis, Phillips.

Astarte subovalis, Barrois.

Poteriocrinus crasus, Mill.

Bolborites mitralis, Paud.

Y en el segundo:

Spirifer striata var. *attenuata*, Bolland.

» *mosquensis*, Fischer (abundante).

Platycrinus sarae, M. y W.

Taxocrinus macrodactylus, Phillips.

De estos dos bancos de caliza de crinoides, solamente existe el más inferior, al mismo nivel, en las minas de la Hullera Española. Este primer banco, lo mismo aquí que en las minas de la Industrial Asturiana, se halla al techo de un carbonero.

En Sama (Fondón) existe también, en la misma posición, un carbonero de 0,25 metros, cuyo techo es de pizarra con fauna marina (braquiópodos, lamelibranquios, foraminíferos, etc.).

Las venas y venillas del grupo «María Luisa», de Aller, se identifican bien entre sí en las distintas minas, por tener, en general, los mismos nombres, encontrarse a las mismas distancias y presentar iguales características. Tampoco ofrece dificultad su paralelización con las de la cuenca de Mieres, como puede comprobarse por la comparación de sus cortes estratigráficos. A excepción de los banquitos de caliza, desconocidos en Mieres, tanto los bancos de areniscas como los de pizarras, y entre ellos las venas carbo-

nosas, se encuentran distribuidos análogamente. La excelente capa «María Luisa», de Langreo (= «Décima», de *Mariana*, en Mieres), corresponde exactamente a la capa que lleva el nombre de «Valdeposadas», en Aller, donde suele tener una potencia algo menor.

El grupo «María Luisa» termina, en Aller, con las capas «Turca» y «Turquina», que se paralelizan con las capas «Quinta» y «Cuarta» de *Riquela*, de Mieres, y con las capas «Gascue» y «Pizarro» (= «Túnel») de Langreo (1), presentando todas ellas iguales características. Así, tanto en Langreo como en Mieres y Aller, estas dos capitas llevan al muro un banco de arenisca muy silíceo, de mayor o menor potencia, que Adaro designó con la letra C'. Al techo suelen llevar también otro banco psamítico bastante constante.

Por encima viene una zona casi estéril, de unos 180 a 230 metros de espesor, que separa el grupo «María Luisa» del grupo del «Sotón».

La relación estratigráfica entre el grupo «María Luisa», de la cuenca central de Asturias, y el correspondiente de las cuencas belgas, es también de una precisión verdaderamente admirable.

Una simple ojeada a estos cortes denota la identidad y exacta correspondencia de los diferentes estratos y la distribución análoga de sus venas de carbón.

(1) En el corte estratigráfico del grupo «María Luisa», del valle de Samuño (Langreo), de la Sociedad Carbones de La Nueva, las capas de este grupo son, generalmente, de poca potencia, incluso la capa «María Luisa», y comprende las siguientes: «Polea», número 26 (= «Voz»), «Oscar», «Bienvenida», «Carlos», «San Fernando», «Carbonero Mateo», «Mateo», «Carbonero de María Luisa», «María Luisa», «Genara», «Cantera» y «Gabino» (números 16 y 15). Estas últimas, las más altas del grupo, corresponden a las capas «Turca» y «Turquina», de Aller.

Nuestro grupo «María Luisa» corresponde al Haz de «Gouffre = Assise de Charleroi», de la cuenca de este nombre, y de la «Basse-Sambre», de Bélgica.

Las dos venas, denominadas en Charleroi «Veine 8 Paumes» (de 0,80 metros) y «5 Paumes» (de 0,40 metros), que se hallan próximas entre sí y situadas a unos 40 m. al techo de la «Veine Gross-Pierre», ocupan análoga posición que los dos carboneros situados casi a la misma distancia de la capa «María», de Aller. En el corte de la Industrial Asturiana la posición de los dos carboneros respecto a la gran capa «Princesa» es la misma, aunque aquí la separación entre estos carboneros es algo mayor.

En Bélgica, como en Asturias, estas venas llevan al muro un banco de arenisca dura, muy silícea, casi cuarcitosa, que allí, como aquí, constituye un horizonte constante muy característico.

De estas dos venas, la más inferior, suele ser la más importante, sobre todo en la región oriental de la cuenca, donde alcanza, a veces, un espesor de 0,90 metros y está constituida por una vena maciza excelente, pero, en general, se halla formada de varios lechos de carbón y de hulla pizarrosa y su potencia útil es más pequeña. Las mismas circunstancias concurren en su equivalente de la cuenca asturiana, la capa «Dos Venas», de Sama (Fondón), que, a veces, presenta una potencia de 1,60 metros en sus dos venas, pero la inferior suele ser de hulla pizarrosa. También la capa «Ortigala», de Mieres, suele ofrecer análogas características.

La «Veine 8 Paumes» lleva al techo una pizarra negra en la que se intercalan lechos de siderita y es muy fosilífera.

La «Veine 5 Paumes» es, casi siempre, inexplorable, pues su potencia no pasa de 0,40 metros, pero es bastante

regular en toda la cuenca. También suele llevar un techo fosilífero. En Aller, el carbonero equivalente a esta capa lleva al techo un banco de caliza de crinoides y de otras especies de fauna marina, ya mencionadas.

En Charleroi, el techo de la «Veine 8 Paumes» constituye un importante nivel fosilífero de referencia, encerrando abundantes restos de *Anthracomya* y *Carbonicola*, *Prestwichia rotundata*, *Entomostráceos* y numerosas escamas de peces. El techo de la «Veine 5 Paumes» suele contener escamas de peces y entomostráceos, pero, en general, está formado por una pizarra gris, con restos vegetales.

En Lieja, las capas n.º 83 («Veinette») y n.º 82 («Piraquet»), de Stainier, se paralelizan bien con las dos anteriores. La primera es, generalmente, un carbonero muy constante, con un techo de pizarra negra, suave y hojosa, con numerosos nódulos o lechos de siderita negruzca; esta pizarra es muy fosilífera. En algunos lugares, este carbonero tenía una potencia muy variable (Abhooz), desde algunos centímetros hasta cerca de un metro. Esta capa constituye el nivel más continuo y rico del tramo. La fauna suele encontrarse aglomerada en un banco de pizarra del techo, hallándose en él las siguientes especies, reconocidas por Stainier, y generalmente transformadas en siderita parda:

Carbonicola túrgida.

» *acuta*.

» *aquilina*.

Entomostráceos.

Spirorbis carbonarius (fijados sobre las conchas).

Elonychthys (escamas).

La «Veine Piraquet» o «Castagnette», que se le superpone, ofrece la misma condición de notable continuidad

que la «Veine 5 Paumes», de Charleroi, sobre las dos orillas del Mosa, siendo más potente en el centro de la cuenca que en los extremos. Su composición es sumamente variable, siendo el carbón, generalmente, de muchas cenizas, y su potencia varía entre algunos centímetros y un metro. Un carácter muy constante de esta capa es el de encerrar en la masa del carbón nódulos lenticulares hasta de 15 centímetros de diámetro, de piritita muy pura. El techo es de pizarra gris, compacta, generalmente con pequeños restos vegetales, pero, otras veces, dicha pizarra es negra, hojosa y contiene escamas de peces; estas últimas características, como se ve, son las mismas que presenta la «Veine 5 Paumes», de Charleroi.

Por encima de las capas «8 y 5 Paumes», de esta última cuenca, hasta el nivel de la *arenisca de Ham* (n.º 48, de Stainier) existen, de abajo a arriba, la «Veine Anglaise», de combustible muy terroso, de mala calidad, casi nunca explotable, de 0,50 metros; después tres carboneros muy próximos, «Veine les veinettes» y la «Veine 10 Paumes», de un metro de potencia. La primera lleva al muro un banco de arenisca muy dura, lo mismo que el «Carbonero», situado por debajo de la capa «Matona», de Aller, en Asturias. Al techo suele llevar una capita de *gallet*, parecido al carbón inglés *cannel-coal*, de 1 a 10 centímetros de espesor. Es una roca de un negro intenso, muy brillante; a veces tiene un brillo argentado. Su raya es negra, su estructura compacta y su fractura concoidea; al choque produce el ruido de una tabla de madera seca. Parece formada, según Stainier, por la sedimentación de una arcilla muy fina, fuertemente impregnada de sustancias carbonosas. Esta roca es muy persistente al techo de la «Veine Anglaise». Las curiosas rocas del techo de esta capa encierran siempre pequeños fósiles enigmáticos, entre los que muy probable-

mente existen entomostráceos y otros son diminutos, frutos o esporas. Se han encontrado también escamas de *Elonychthys* y de *Coelacanthus*.

Por encima suelen encontrarse dos o tres filetes de carbón, que no llevan nombre determinado y que nunca han sido explotados; al techo del más alto se han encontrado *Anthracomya*, *Carbonicola ovalis*, de gran tamaño, y escamas de *Rhizodopsis* y de *Elonychthys*. Sobrepuesta está la «Veine Dix-Paumes», que es la más importante de la cuenca y una de las mejores de Bélgica, por su potencia y regularidad; además, el carbón es muy limpio y produce mucha galleta. Su potencia media es de un metro, y suele estar formada de tres venas, apenas separadas por dos líneas terrosas; frecuentemente encierra cantos rodados de cuarcita y de carbón, muy redondeados. Su techo es de pizarra gris con muchos *Cordaites*. A veces, en el Norte de la cuenca, lleva un carbonero superpuesto con *Carbonicola acuta* y *Prestwichia*.

En la cuenca de Lieja, por encima de las capas números 83 y 82 («Piraquet»), no se encuentra ninguna que pueda paralelizarse rigurosamente con la «Veine Anglaise», de Charleroi, pues no se han encontrado al techo de los varios carboneros existentes las curiosas rocas que aquélla presenta; únicamente existe uno de 0,20 metros de espesor, que lleva al muro dos banquitos de arenisca, circunstancia que también presenta la «Veine Anglaise» y que, por ocupar una posición análoga, creemos que puede ser identificado con dicha capa.

En cuanto a la «Veine Margarnie», de Lieja, formada de varias venas, de buena potencia, se paraleliza bien con la «Veine Dix-Paumes», de Charleroi, que presenta características muy semejantes. Así, sus techos contienen, unas veces, restos vegetales y, otras, de fauna marina;

la identidad de estas capas ha sido ya reconocida por Stainier.

De los tres niveles carbonosos de Charleroi, el más inferior y el más alto se paralelizan bien con las venas «Carbonero» y «Matona», de Aller, con el «Carbonero» y «Novena», de «Riquela», de Mieres, y con el «Carbonero Dos Venas» y «Carbonero», del Fondón, de Sama, respectivamente.

Las venillas intermedias no son conocidas en los cortes estratigráficos que ofrecemos de Asturias, pero ya hemos mencionado la característica de variabilidad de este subtramo «María Luisa», sobre todo en su tercio inferior, en el que, a veces, sólo existen grupos de numerosos carboneros, imposibles de identificar, ni comparar siquiera, con los de otras regiones de la misma cuenca.

La capa «Carbonero Dos Venas», de Langreo, tiene una caja de 0,70 metros, pero el carbón, lo mismo que el de la «Veine Anglaise», es muy terroso.

Más importante, en general, y de combustible de mejor calidad, es la capa de carbón superpuesta, que en Sama sólo tiene 0,25 metros, pero que en Mieres («Novena» de *Riquela*) y en Aller («Matona») tienen una potencia que oscila entre 0,50 y 0,70 metros.

También en Sama, como en Bélgica, se ha reconocido al techo de esta vena un lecho de fauna marina, aunque con distintas especies de braquiópodos, lamelibranquios y foraminíferos (*fusulina*).

A estas capas sigue, en Bélgica, el notable banco de arenisca denominado de «Ham», en Charleroi, y de «Flemalle», en Lieja. Este nivel detrítico reviste una gran importancia en la Basse-Sambre, sobre todo en su región oriental, donde se presenta con caracteres más acusados. Suele tener un espesor de 10 a 12 metros y está formado de una

arenisca dura, muy grosera, de fuertes y gruesos granos, muy feldespática y con grandes placas de mica blanca (verdadera *arcosa*). A veces se la ha confundido con la pudinga hullera, pero se distingue bien de ésta principalmente por la ausencia de los granos negros de *ftanita* o *lidita*, que esta última presenta siempre, y porque en sus afloramientos, descompuestos, la pudinga toma un tinte blanquecino o rosado y un brillo vítreo, en tanto que la «arenisca de Ham», en las mismas circunstancias, es más blanca y toma un tinte verdoso.

La «arenisca de Ham» suele encerrar en su masa, como la del muro de la «Voz», trozos rodados de carbón brillante.

Igualmente, en Lieja, la «arenisca de Flémalle» constituye un nivel conocido desde muy antiguo, y que desde la época de A. Dumont ha prestado muy buenos servicios en la sincronización de las capas. Su potencia máxima es de 16 metros y se desarrolla principalmente en la región de Awirs y de Flémalle. Está formada por granos gruesos de cuarzo; es de naturaleza muy feldespática y tiene también grandes láminas de mica blanca que en los afloramientos ofrecen un color pardo rojizo característico. En profundidad, el color de esta arenisca es grisáceo y en la superficie, por su estado de alteración, tiene un tinte gris verdoso, oscuro.

X. Stainier, en varios de sus trabajos, demostró la identidad de estos bancos de arenisca de las cuencas de Charleroi y de Lieja (1).

Sus caracteres litológicos y su potencia prueban que a este nivel, volvieron a reproducirse, en parte, las condicio-

(1) X. Stainier:

«Des relations génétiques entre les différents bassins houillers belges» (Ann. des Mines de Belgique, t. X, 1904).

«Stratigraphie du bassin houiller de Liege», 1905.

nes climatológicas que dieron origen a la pudinga hulle-
ra H₁c.

La zona comprendida entre la «arenisca de Ham» (=«Flémalle») y la capa más alta del «Haz de Goufre», «Veine Anthracite» (=«Grande Veine»=«Houlleuse») presenta, en su conjunto, como ha reconocido Stainier, los mismos caracteres e igual potencia, en Charleroi que en Lieja. Estas zonas, muestran, en efecto, en una y otra región, idéntica variabilidad, pues unas veces encierran gran número de capas explotables y otras veces estas mismas capas se transforman en numerosos carboneros, sin ningún valor. Estas mismas circunstancias—según queda dicho—concurren en el subtramo «María Luisa» de la cuenca asturiana.

En Asturias, sobre el «Carbonero» y la «Matona» de Aller, existe también un banco de arenisca de unos 12 metros de espesor, aunque no presenta exactamente los mismos caracteres que el de Bélgica; pero es igualmente duro y compacto. En Mieres se encuentran a este mismo nivel, al techo de la capa «Novena» de *Riquela*, varios bancos de arenisca de grano fino, dura, compacta; y en Sama, corresponde a este nivel la caja de una capa estéril que lleva al muro bancos de arenisca. Sobre este horizonte descansan un par de capas denominadas «Carbonero» y «Prevenida» en Aller, y «Carbonero» y «Octava de *Riquela*», en Mieres, que se paralelizan con la «Veine Tatouïe» y los dos carboneros 46 bis de Charleroi, respectivamente.

La Veine «Tatouïe» es una capa muy variable. Inexplotable en el centro de la cuenca por separarse en varias venas delgadas de carbón muy sucio, se ha explotado ventajosamente en los extremos de la misma, sobre todo al Sur, donde se la conoce con el nombre de «Once Paumes». En su masa suelen encontrarse nódulos de piritita y de arenis-

ca. Su techo, en la región meridional es de pizarra gris con plantas, pero en otras regiones donde la capa está dividida en carboneros insignificantes, al techo del más alto se ha encontrado en abundancia el curioso crustáceo *Estheria striata* y *Preswichia*, n. sp., etc.

Los dos carboneros sobrepuestos a esta capa, comprendidos bajo la denominación 46 bis, constituyen un nivel fosilífero bastante constante, pues suelen llevar al techo una pizarra negra, persistente, con lechos de siderita gris, y abundantes impresiones de *Carbonicola*.

Este nivel carbonoso parece corresponder al de la capa «Bomébac» de Lieja, compuesta también en muchos sitios por dos venas, la más alta de las cuales lleva un techo de pizarra negra con escamas y dientes de peces (*Elonychthys*), impresiones de *Carbonicola* aplastadas, en compañía de restos que parecen pertenecer a un crustáceo. Este último hallazgo conviene retenerlo, pues precisamente es a este nivel donde se encuentra el famoso horizonte del curioso crustáceo *Anthrapalaemon*, de la cuenca de Holanda.

Dichos niveles fosilíferos no han sido reconocidos aún, en la cuenca de Asturias.

En Charleroi sobre los carboneros 46 bis, existen otros dos de 0,25 m. y 0,20 m. de espesor, sin nombre ni numeración, que se paralelizan con la «Grande Veine Hardie» de Lieja, denominada en Awirs «Deux-Layes du Nord». El muro de esta capa encierra frecuentemente nódulos de siderita y en su techo existe un importante yacimiento de troncos de árboles, de pie, descrito por el R. P. Schwitz. Corresponde este nivel al de la capa «Vicentera» de Aller (= «Séptima de *Riquela*», de Mieres = «Molino» de Sama).

Llegamos ahora al nivel más interesante del grupo, o sea, al de la capa «María Luisa» y su carbonero. Ya hemos mencionado las especiales características que concurren en

estas dos capas, tan variables, tanto en potencia como en la calidad de su combustible.

En la cuenca de Charleroi existen, a este nivel, dos horizontes carbonosos, entre bancos de arenisca; es decir, en las mismas circunstancias estratigráficas que la capa «Valdeposadas» y «Carbonero Valdeposadas», de Aller. El horizonte más inferior constitúyelo la «Veine Neuf-Paumes», formada, en general, de dos venas de carbón, entre las que se intercala un pequeño lecho de tierras negras. Su potencia no llega a 0,50 metros y, no obstante, en algunas ocasiones ha sido explotada. En su techo, de pizarra psamítica, suelen encontrarse impresiones vegetales.

El horizonte superior está formado por una amplia caja de un metro, y que ha llegado a tener, en algunas minas, hasta cinco metros; esta caja está rellena de una masa confusa de tierras y carbón, inexplotable.

En la cuenca de Lieja, por encima de la «G^{do} Veine Hardie», se encuentran la capa «Kinette» (= «Dure Veine»), de unos 0,60 m. de potencia, y la «G^d - Hareng» (= «Dél-yée V^e»), de 0,90 metros, con un filete de 0,10 al muro, próximo a ella.

La capa «Kinette» está formada de dos venas de carbón, en unos lugares, como en Marihaye, y de una sola vena, como en la región oriental. Su techo suele ser de pizarra gris, rica en bellas impresiones vegetales, a veces cubiertas de *Spirorbis carbonarius*. En la parte occidental de la cuenca este techo encierra abundantes restos de *Anthracomya laevis*, muy aplastados, y numerosos *Entomotráceos*. Es la equivalente, a nuestro juicio, a la «Veine Neuf Paumes», de Charleroi, aunque aquí no ha sido reconocida hasta ahora en su techo ninguna clase de fauna.

En la cuenca de Lieja, al techo de la capa «Kinette», existe un banco de psamita muy calcárea, de uno a cuatro

metros de potencia, algo ferruginosa, de grano muy fino y de fractura concoidea. Otras veces, como en Kessales, este muro está sustituido por nódulos de siderita calcárea.

La capa «G^{do} Hareng», superpuesta a este banco, constituye, en Kessales, una buena capa, de dos venas, casi iguales, de 0,45 metros de potencia cada una, separadas por un pequeño lecho de pizarra carbonosa. Presenta la característica de la variabilidad de su potencia, que oscila entre 0,50 y 0,90 metros de potencia útil. Hacia la parte oriental de la cuenca se transforma en un carbonero inexplotable. Su techo suele ser una pizarra gris negruzca, con abundantes restos vegetales. En Kessales, este techo es gris psamítico, y en Awirs pizarra psamítica negra. A veces encierra restos muy aplastados de *Anthracomya* y *Carbonicola*.

La capa «G^{do} Hareng» se paraleliza con la caja rellena de pizarra y carbón que tiene el número 45 en Charleroi, y que como ella lleva también al muro un carbonero de 0,10 metros.

En Asturias (Aller), las capas «Valdeposadas» y el «Carbonero» del mismo nombre, corresponden sin ningún género de duda, como ya hemos dicho, por su posición y sus características, al nivel de la capa «María Luisa» y de su carbonero. Su potencia aquí, de unos 0,60 m., no es, sin embargo, tan grande como en algunas minas de Langreo.

En el grupo «María Luisa» de Duro-Felguera, que es donde se presenta con un espesor excepcional, tiene una potencia media de 1,25 metros y lleva al muro, muy próximo a ella, el denominado «Carbonero María Luisa» que es allí una excelente capa que alcanza, a veces, hasta un metro de espesor, como ya se ha dicho. Al techo, suele llevar también un carbonero de 0,15 metros y, por lo tanto, inexplotable.

En las demás minas de Langreo, como por ejemplo, en las del valle del Samuño, la potencia de estas mismas capas queda reducida en más de un cincuenta por ciento y lo mismo les sucede a las de la mina «Nalona» (Pozos del Fondón) de Sama. Aquí, la capa correspondiente al nivel de la de «María Luisa» es a nuestro juicio, la denominada «Carbonero Horreo» que lleva al muro la capa «Horreo» equivalente, por su posición estratigráfica, al «Carbonero María Luisa». Estas dos capas de Sama, llevan también al techo, como en el grupo «María Luisa» de Sta. Ana, un carbonero inexplorable.

En Mieres y Turón, la «María Luisa» es también una excelente capa que lleva los nombres de «Décima» de *Mariana* (=«Sexta» de *Riquela*) en la primera de estas cuencas y «Séptima» de *San Víctor*, en la segunda. En estas regiones la capa «María Luisa», tiene una pequeña inclinación y lleva al muro también un carbonero, generalmente inexplorable.

En Bélgica, lo mismo que en Asturias, por encima del nivel «María Luisa», es bastante constante un banco de arenisca, de mayor o menor espesor. En Lieja, lleva el nombre de «Grés de Bagosset». Al techo, y como a unos 15 metros del nivel «María Luisa», se encuentran las venas n.º 44 («Veine-au-gallet», de 0,30 m.), de Charleroi, y número 66 («Bagosset», de 0,45 m.), de Lieja, que corresponden, evidentemente, al mismo horizonte carbonoso. En la última cuenca, entre las venas que forman la capa «Wicha» y la denominada «Bagosset», existen varios filetes carbonosos, alguno de los cuales es, a veces, explotable; por esta razón es difícil establecer la correspondencia de la única veta de carbón, que ocupa en Charleroi una posición intermedia entre la «Veine-au-gallet» y la «Veine Hermite», con estos filetes de la cuenca de Lieja.

En cuanto a la «Veine Hermite», de Charleroi, ha sido ya identificada por Stainier con las venas n.º 60, «4 Poignes» y «3 Poignes» = «Wicha», de Lieja. La primera, no obstante su potencia, de 0,60 metros, rara vez es explotable, a causa de la mala calidad de su combustible. La segunda suele estar formada por dos venas bastante próximas y su potencia total es de 0,70 metros.

Próximo al muro de la «Veine Hermite» existe un carbonero, en cuyo techo, formado de pizarra suave, negra y hojosa, se han encontrado impresiones de *Naiadites*, en mal estado de conservación. En análoga posición estratigráfica existe en Lieja un carbonero, n.º 63, de techo de pizarra negra, suave y hojosa, muy fosilífera, en el que se encuentran numerosas impresiones de *Carbonicola*.

Es interesante anotar la existencia en la cuenca de Lieja de otro banco de caliza, que se encuentra al muro de la capa «Wicha», y que lateralmente suele transformarse en *siderita*. El techo de la citada capa «Wicha» suele estar formado de una pizarra gris, grosera y a veces hojosa, que encierra conchas en mal estado de conservación y escamas de peces. Al techo de la «Veine Hermite», de Charleroi, no se ha reconocido hasta ahora este nivel fosilífero.

Los dos horizontes carbonosos superpuestos, en Charleroi, a la capa n.º 45, denominadas «Veine-au-gallet» y «Veinette», se corresponden con los dos carboneros, situados en igual posición en la cuenca de Aller y con las capas «Gutiérrez» y «Carbonero», del Pozo Fondón; la capa «Hermite», de Charleroi, se paraleliza con el nivel de la capa «Turca», de Aller, «Quinta» de *Riquela*, de Mieres, y «Gascue», de Sama, que llevan al muro el banco de arenisca C¹, de Adaro.

En Charleroi, el «Haz de Gouffre» termina con las dos venas «Anthracite» y «Caillette», tan próximas entre sí

que en realidad más bien constituyen una sola capa de dos venas de muy desiguales espesores; su carbón es el más seco de la cuenca, pues es una hulla antracitosa de 9 % de materias volátiles. El techo es de pizarra negra hojosa, suave, con algunos lechos sideríticos y bellas impresiones de conchas, principalmente del género *Carbonicola*. Este nivel corresponde, exactamente, al de la «Grande Veine» (= «Houlleux»), de Lieja, como ya se ha dicho, de 0,70 metros de potencia y de buen combustible. Esta capa suele estar formada también de dos venas, separadas por un pequeño lecho de pizarra carbonosa; de estas dos venas, la superior es siempre la más potente. Su techo es de pizarra gris, psamítica, frecuentemente rica en bellas impresiones vegetales, no habiéndose encontrado, hasta ahora, restos de fauna. La capa lleva al muro un pequeño banco de arenisca particular, muy constante, a veces calcárea, y, casi siempre, dura y grosera, que se paraleliza bien con el banco C¹ de la cuenca de Asturias.

Las capas «Anthracite» y «Caillette», de Charleroi, llevan también al muro un grueso banco de arenisca compacta y dura.

Al techo llevan igualmente estas capas, lo mismo que la «Grande Veine» (= «Houlleux»), un banco de arenisca de espesor muy variable, que alcanza a veces, en Charleroi, hasta una potencia de 50 metros. En Lieja suele tener una potencia de 5 a 6 metros, pero otras veces baja hasta 1,50; es un banco de arenisca constante, fuerte y muy dura. Su estructura cambia bastante: a veces se presenta en forma de una arenisca muy vítrea, dura, conglomerática y muy calcárea.

En la cuenca de Asturias, la capa más alta del paquete «María Luisa», «Turquina», en Aller, «Cuarta», de *Riquela*, en Mieres, y «Pizarro» (= «Túnel»), en Langreo, es una

capa bastante irregular, pues su potencia oscila entre 0,30 (Sotrondio y Aller) y 1,40 metros, en Sama, y lleva siempre al techo, lo mismo que en Bélgica, un banco de arenisca de bastante espesor (6 a 8 metros), dura y silícea, muy constante.

En Langreo, al techo de la capa «Túnel» (= «Pizarro») y en Aller, a unos 15 metros al techo de la capa «Turquina», existen sendos lechos de una pizarra muy fosilífera, que constituyen un horizonte singular por su constancia y su riqueza en fauna marina.

He aquí la lista de las especies que hemos reconocido a este nivel:

Productus cora, d'Orbigny (abundante).

» *semireticulatus*, Martin.

» *tesselatus*, de Koninck.

Spirifer mosquensis, Fischer.

Athyris expansa, Phillips.

Streptorhynchus crenistria var. *senilis*, Phillips.

Myalina triangularis, Barrois, no Sow. (= *Myalina paratenuata*, Meek. Abundante).

Myalina Verneullii, M'Coy.

Protoschizodus axiniformis, Portlock (abundante).

Macrodon Monreali, Barrois.

Pecten dissimilis, Fleming. (= *Pterinopecten Meleagrinooides*, M'Coy. (abundante).

Pterinopecten papyraceus, Sow.

Posidoniella laevis, Meek.

Sanguinolites variabilis, M'Coy.

Schizodus curtus, Meek.

» *sulcatus*, Sow. (abundante).

» *Rubio*, Barrois.

Bellerophon navicula, Sow.

Bellerophon dissulcatus, var. Flem.

» *decussatus*, Flem.

Murchisonia angulata, Phillips.

Pleurotomaria, sp.

Dentalina ornatum, Kon.

» *Meckianum*, Geintz.

Cyatocrinus planus, Mill.

Fusulinella sphaeroidea, Mill.

Este notable horizonte marino, situado al techo del subtramo «María Luisa», de Asturias, corresponde exactamente al famoso horizonte «Catharina» de la cuenca de Westfalia.

Como acabamos de ver, el paralelismo entre los cortes estratigráficos más representativos de la cuenca central de Asturias y los de las cuencas de Bélgica, no puede ser más perfecto. Encontramos en ellos los mismos horizontes carbonosos y líticos, con iguales características, semejantemente colocados y en idéntico orden; las mismas importantes facies acusadas por los lechos de fauna marina que se hallan en igual posición estratigráfica. A veces, observamos una correspondencia más estrecha en los detalles estratigráficos entre un corte de Asturias (por ejemplo, el de Aller) y uno de Bélgica (por ejemplo, el de Charleroi) que entre dos cortes de la misma cuenca de Asturias (Mieres y Aller) o entre los dos de Bélgica (Charleroi y Lieja). En el grupo «María Luisa», de Asturias, se encuentran uno o dos bancos de caliza, alguno de ellos en análoga posición que en la cuenca de Lieja. Esta última presenta excepcionalmente, dentro de este grupo, hasta cinco bancos de caliza que no se encuentran en las demás cuencas belgas.

Análogamente, salvo los mayores espesores de las capas y de los bancos estériles, intercalados, se puede ob-

servar una correspondencia perfecta entre los cortes de Bélgica y Holanda, de los grupos «Gouffre» y «Wilhelmina», respectivamente (1).

Los principales horizontes del «Wilhelmina Groep», a partir de la capa «Steinknipp», son: «Merl», «Rauschenwerk», «Furth», «Anthrapalaemon-niveau», «Langerber» y «Catharina-niveau».

El horizonte «Merl», corresponde a la capa n.º 13, contada a partir del banco de pudinga «Sarnband-Niveau», y se designa, en las distintas minas, con las numeraciones siguientes: XII, en «Wilhelmina»; XVII, en «Hendrik»; VI, en «Oranje Nassau I»; IX, en «Oranje Nassau II»; X, en «Laura», y lleva el nombre de «Merl» en las minas «Willem-Sophia» y «Domaniale». Es una excelente capa, que en las minas «Laura IV» y «Willem» tiene una potencia de 1,75 a 2,02 metros; en las demás es algo menor, pero siempre superior a 0,90 metros. Al muro de este horizonte, un poco separado de la capa, es bastante constante un banco de arenisca de 2 a 5 metros de espesor. También al techo suele llevar algunos banquitos de arenisca y en la mina «Laura IV» lleva pegado a la misma capa un banco de 10 metros. Esta capa pertenece al mismo nivel que la «Präsident», de Westfalia, la cual lleva también al muro un banco de arenisca grosera, conglomerática. Corresponde al carbonero situado al muro de la capa «Piraquet», de Lieja, y a la capa «8 Paumes», de Charleroi.

En la cuenca de Asturias, el nivel «Merl» tiene su equivalente en el segundo carbonero, situado al techo de la capa «María», de Aller, en la capa «Ortigala», de Mieres, y «Dos Venas», del Fondón.

(1) La porción del corte estratigráfico que analizamos de la cuenca del Limburgo holandés pertenece, a partir del nivel «Steinknipp», a la importante mina «Oranje Nassau I».

En el corte de la mina «Oranje Nassau I», entre los niveles «Merl» y «Steinknipp», existe en su parte media un grupo de cuatro venas de carbón de escasa potencia, pero en la mina «Willem-Sophia» existen repartidas, en esta misma zona, cuatro venas de 0,75, 0,50, 0,68 y 0,25 metros, que en otras minas quedan reducidas a dos venas explotables, siendo siempre la inferior la mejor de todas.

Vemos, pues, que en Holanda, lo mismo que en Bélgica y Asturias, la irregularidad sigue siendo la principal característica del grupo. En estas últimas cuencas, generalmente, no existe en el trozo de la escala comprendido entre dichos niveles más que una sola vena, a veces explotable, que es la correspondiente al nivel del carbonero de la capa «Voz».

El nivel «Rauschenwerk» está constituido por una buena capa, generalmente de dos venas, de 0,80 a 1,55 metros de potencia, que lleva también al muro y al techo varios banquitos de arenisca. Tiene el número 17/16 y corresponde a la capa V y «Riffel» de «Oranje Nassau I», X y XI de «Wilhelmina», VII y IX de «Laura» y «Julia», V y VI de «Domaniale», etcétera. En el techo de varias capas correspondientes a este nivel, se han encontrado impresiones de *Eurypterus*, *Arthropleura*, *Prewichianella*, *Coelacanthus mucronatus*, *Anthracomya minima*, etc., y alas de insectos.

Este nivel corresponde al del carbonero de 0,20 metros sin número, de Lieja, y al de la «Veine Anglaise», de Charleroi. En Asturias, se paralelizan con los carboneros situados al muro de las capas «Matona», de Aller, y «Novena», de «Riquela», y con el «Carbonero Dos Venas», del Fondón.

Entre los niveles «Merl» y «Rauschenwerk», existen, en Holanda, cuatro venillas de carbón de pequeño espesor, en general, pero a veces, algunas de ellas, alcanzan una potencia que las hace explotables, como, por ejemplo, en la

mina «Domaniale», donde la más alta tiene un espesor de 0,80 metros y también en las minas «Julia» y «Willem». Este mismo trozo, en las cuencas de Bélgica y Asturias, tiene bastante menos espesor. En la primera existen dos venas, de las cuales una, la «Veine Piraquet», de Lieja, suele tener bastante buena potencia, de 0,65 a un metro. En cambio, su equivalente de Charleroi, la «Veine 5 Paines», aunque bastante regular, es de escasa potencia y casi siempre inexplorable, como ya se ha dicho. En Asturias, el trozo comprendido entre estos niveles es de muy pequeño espesor, y no se ha reconocido hasta ahora, en él, ninguna capa explotable.

El nivel «Furth» corresponde a otra excelente capa, de 0,75 a 2 metros de potencia, que también lleva al muro bancos de arenisca de mayor o menor espesor, y en cuyo techo de pizarra silícea o de arenisca (mina «Oranje Nassau I», con trozos de pizarra) se han encontrado en varias minas («Wilhelmina», «Emma West», «Domaniale» y «Willem») lechos de fauna marina, *Eurypterus*, *Beyrichia arcuata*, *Estheria striata*, *Carbonicola robusta*, *Anthracomya Williamsoni*, etcétera.

Distanciado de 10 a 20 metros, se encuentra al techo de esta capa un pequeño carbonero, sobre el que descansa el notable *Anthrapalaemon-Niveau*, llamado también *horizonte de Carnaval*, con una interesante fauna, que algunos paleontólogos, entre ellos P. Pruvost, consideran *euryhalina*, o sea, completamente adaptada al agua dulce.

El curioso crustáceo que da nombre a dicho nivel, tiene un cefalotórax bastante ancho, largo y simple, con una carena central anterior que se prolonga en una punta saliente y lleva el borde frontal dentellado. Las antenas son exteriores, con basipodites grandes y cuadriláteros, sin apéndices. Su abdomen está formado de seis segmentos

anchos y cortos, con una gran aleta natatoria caudal, ciliada. Dos especies principales se conocen de este género: *Anthropalaemon Grossarti*, Salt., y *Anthropalaemon gracilis*, Meek y North, esta última encontrada en la formación hullera de Illinois (Norteamérica).

La especie *Anthropalaemon Grossarti*, Salt, del Limburgo holandés, lleva cubierta su superficie de protuberancias verrugiformes; sus bordes son muy gruesos y están provistos de fuertes púas. De la cabeza parte un largo y aguzado *rostrum*, e igualmente, en la parte superior del caparazón, lleva gruesos agujones o púas. A juzgar por su forma y sus armas, este crustáceo, según opinión de Pruvost, debió haber sido «un animal feroz y agresivo».

Acompaña a este raro crustáceo una fauna muy variada de especies de todas clases, entre las cuales deben citarse las siguientes:

Carbonicola robusta (muy común).

» *aquilina* id.

» *acuta* (regular).

» *túrgida* id.

» *similis* id.

Anthracomya Williamsoni (muy común).

» *mínima*.

Naiadites modiolaris.

» *carinata*.

Beyrichia arcuata (muy común).

Euproops anthrax.

Prestwichianella rotundata.

Prestwichia.

Carbonia fabulina (común).

» *Rankiniana*.

Estheria Dawsoni (común).

Estheria striata.

Anthropalaemon Grossarti (común).

Arthopleura, nov. sp.

Euripterus.

Spirorbis pusillus (común).

Pleuroplax affinis.

Megalichthys coccolepsis.

Strepsodus sauroides.

Rhizodopsis sauroides.

Coelacanthus elegans.

» *mucronatus*.

Cheirodus granulatus.

Rhadinichthys Renieri.

Elonichthys denticulatus.

» *Egertoni*.

También suelen encontrarse a este nivel restos de plantas, principalmente de *Neuropteris mycrophilla* y alas de insectos.

Se trata, a nuestro juicio, de un horizonte más de fauna de agua marina, con especies tan propias de este elemento como son los peces, entre ellos *Rhizodopsis sauroides*, *Coelacanthus*, etc., y las diferentes clases de crustáceos.

Lejos de presentar este horizonte los caracteres de una facies lagunar, siempre restringidos y muy localizados, desarróllase en una gran extensión horizontal, pues se conocen niveles equivalentes, en la misma posición estratigráfica, o sea, a unos 140 metros por debajo del famoso horizonte «Catharina», en las cuencas inglesas (Escocia) en las que también se ha encontrado, antes que en Holanda, restos del *Anthropalaemon Grossarti* que describieron los señores Peach y Woodward. Igualmente, en la serie estrati-

gráfica de las cuencas del N. de Francia, existen las «Veine 9 Paumes» en Anzin, y «Veine Maroc» en Aniche, en la misma posición que el nivel «Furth» de Holanda, y allí también, sobre dichas capas, a unos 110-140 m. por debajo del nivel «Poissonière» (=«Catharina») existe un lecho de pizarras, al techo de un carbonero, con numerosos crustáceos, entre ellos *Euripterus* y otra abundante fauna.

En Bélgica, en la cuenca de Lieja, la vena «Bomébac» ocupa una posición equivalente a la del nivel de *Anthropalaemon* y lleva al techo, como ya se ha dicho, un lecho de pizarras, muy fosilífero, con numerosas escamas de peces, *Elonichthys* principalmente, y *Carbonícolas* muy aplastadas, probablemente *Carbonícola robusta*, acompañadas de restos de un crustáceo indeterminable.

Este mismo nivel está representado en la cuenca de Charleroi, como ya hemos visto, por un par de carboneros muy próximos, designados con el número 46 bis, al techo de los cuales existe un nivel fosilífero muy persistente con abundantes impresiones de *Carbonícola*. Encuéntrase a unos 12 metros sobre la «Veine Tatouïe» que ocupa, por tanto, una posición análoga a la del nivel «Furth» de Holanda. El techo de dicha vena «Tatouïe» constituye un nivel fosilífero que presenta circunstancias muy interesantes, con abundantes impresiones del curioso crustáceo *Estheria striata* (que acompaña al *Anthropalaemon* en Holanda) fósil muy constante a este nivel en unión de otros crustáceos del género *Prestwichia* y de lamelibranquios del género *Naiadites*.

En Asturias, como ya se ha dicho, no han sido reconocidos hasta ahora estos interesantes niveles fosilíferos de fauna de crustáceos pero dada la extraordinaria analogía existente entre estos horizontes carbonosos de Bélgica, y los de la cuenca asturiana, es muy probable que posterior-

res estudios, pacientes y minuciosos, den por resultado el encuentro de dichos niveles.

Como un dato más para la perfecta localización de las capas o venas de Asturias, equivalentes a las dos belgas que presentan estos lechos fosilíferos; conviene dejar anotada la curiosa circunstancia que ofrece la «Veine Bomébac», de Lieja, que según hemos dicho corresponde a la capa «Prevenida», de Aller. La «Veine Bomébac» es bien conocida en la región de Flémalle y de Awirs, por la abundancia de nódulos de siderita que encierra su muro y, a veces, la misma capa, tan numerosos que fueron objeto de explotación en el primer tercio del pasado siglo. Esta abundancia de siderita en el muro de la capa «Bomébac» es, pues, muy conocida desde hace mucho tiempo, y fué señalada por A. Dumont en su memoria sobre la constitución geológica de la provincia de Lieja. Anteriormente (1829-30) los geólogos Davreux y Welle Kens (1), habían publicado que la proporción de siderita contenida en el muro, de cinco metros de espesor, de la capa «Bomébac», era de 15 % en peso y de 19 % en volumen.

Pues bien, en la cuenca central de Asturias, donde tanto escasean los lechos sideríticos en los hastiales de las capas de carbón, hecho ya comentado con extrañeza por Barrois, existe, al muro de la capa «Prevenida», de Aller, un lecho de siderita muy constante, de uno a dos centímetros de espesor; esta siderita, a veces se presenta cristalizada, en maclas de forma reticulada, de un aspecto muy curioso e interesante.

Debe observarse también la circunstancia estratigráfica de encontrarse generalmente en Holanda las venas carbo-

(1) Davreux et Welle Kens: «Messager des Sciences et des Arts de Gand», p.^o 211.

nosas de los niveles «Anthrapalaemon» y «Furth» sobre un banco de arenisca de bastante espesor, que ocupa, por lo tanto, una posición análoga a la de los bancos de arenisca de «Flémalle» y de «Ham», de las cuencas belgas.

El nivel «Langenber», situado en el tercio superior del grupo «Wilhelmina» (capa n.º 27, de la numeración general), está constituido por una hermosa capa de 1,10 metros a 1,35 de potencia, formada de una o de dos venas de excelente carbón. Designase con las siguientes numeraciones: X, en la mina «Maurits»; IX, en la «Emma West»; XIII, en la «Hendrik»; B, en «Oranje Nassau I, III y IV»; V, en «Wilhelmina»; D, en «Laura», y G Lang en «Domaniale I». El muro es de pizarra, más o menos silícea, en el que suelen intercalarse algunos banquitos de arenisca. Su techo es de pizarra suave. Este nivel «Langenber», de Holanda, corresponde al de la capa «María Luisa», de Asturias, y, como ella, lleva también uno o dos carboneros al muro, más o menos separados de la capa; alguno de estos carboneros alcanza, a veces, 0,85 metros de potencia («Oranje Nassau I»), constituyendo, por tanto, una buena capa explotable. Otras veces, queda reducida a un pequeño espesor, que impide su beneficio.

Además de estos dos horizontes carbonosos existen, por lo general, en la zona comprendida entre los niveles «Anthrapalaemon» y «Langenber», otras dos o tres capas de carbón (VI y VII, en «Wilhelmina», XII y XIII en «Maurist», A, y dos más inferiores en «Oranje Nassau I», etc.) de buena potencia, que se paralelizan con las capas «KINETTE» (Dure V^e), «Carbonero» y «Hardie» («G^{de} Veine»), de Lieja.

En algunas minas se ha encontrado al techo del nivel «Langenber» («Domaniale») y de su carbonero más próximo, lechos de fauna marina con *Estheria*, *Carbonicola*, *Anthrapalaemon* y otros.

A unos 80 metros por encima del nivel «Langenber», termina el grupo «Wilhelmina» con el famoso horizonte «Catharina», que se halla al techo de una capa formada por dos venas, más o menos separadas, que lleva el n.º 32, y que, como se ve, presenta las mismas características que la capa «Anthracite-Caillette», de Charleroi. Designase esta capa, en las diferentes minas de Holanda, del siguiente modo: VII, en «Maurits» y «Emma West»; XII, en «Hendrik»; II^o Laag, en «Oranje Nassau III y IV»; «Sandb», en «Domaniale». Su muro y su techo suelen ser pizarreños, pero en este último suele existir, algo separado de la capa, un banco de arenisca fuerte («Hendrik» y «Emma», principalmente), tan constante en las cuencas de Bélgica y Asturias. Al muro también suele llevar, a veces, un banquito de arenisca, que puede ser paralelizado con el C¹ de Adaro.

El nivel «Catharina», del Limburgo holandés, aunque muy constante, lo mismo que el de Bélgica y Westfalia, es pobre en especies de fauna marina, no habiéndose encontrado hasta ahora en él más que restos de *Lingula mytiloides*, especie también abundante en aquellas cuencas, y algunas conchas *euryhalinas* en la mina «Domaniale». Contrasta este hecho con la abundancia y riqueza en fauna marina que presenta el mismo horizonte en la cuenca central de Asturias.

En la del Donetz, el subtramo «María Luisa», que comprende aproximadamente el designado C³, por Loutouguine, menos la capa h₁₀ (1) hallase constituido por grandes bancos

(1) Los límites de los distintos subtramos de la cuenca del Donetz, adoptados por Loutouguine son bancos de calizas, por lo que no es posible relacionar con precisión estos subtramos con los de las demás cuencas westfalienses-moscovienses europeas. Así, el límite inferior del subtramo C³, es el banco de caliza H, que se encuentra a unos 85 metros sobre la capa g₃, la cual, según creemos, debe para-



detríticos, de arenisca cuarzosa y de pizarras más o menos silíceas, casi en partes iguales. Entre ellos intercálanse siete banquitos de caliza, la mayoría muy constantes en la cuenca, principalmente los designados con las letras H₁, H₂, H₃, H₄ y H₅, y varias venas de carbón, en general de pequeña potencia; la única explotable del subtramo es una de las más altas, la h₆, de unos 0,62 metros, que por su posición estratigráfica paralelizamos con la capa «María Luisa», de Asturias. Hállase interestratificada entre espesos bancos de arenisca, o sea (aunque en mayor escala), como está la capa «María Luisa» en Sama y Aller.

En la cuenca rusa encuéntrase también los más importantes niveles del grupo «Wilhelmina», de Holanda: el nivel «Steinknipp», que según se ha dicho corresponde al de la vena g₃, con su gran banco de arenisca C al muro; el de «Merl», con la vena h₁; el de «Rauschenwerk», con h₃; el de «Furth», con h₅; el «Langenber», con h₆, y el nivel «Catharina», con el banco de caliza H₅. La capa situada al muro de este nivel es, en la cuenca rusa, un carbonero inexploable, que lleva también al muro un banco detrítico, equivalente al C¹ de Adaro. El banco de arenisca de «Flémalle», que se paraleliza con el que se encuentra al muro de la capa «Furth», de Holanda, tiene su equivalente en el gran banco, de 65 metros de espesor, de la cuenca del Do-

lelizarse con el nivel «Steinknipp», del Limburgo holandés. El límite superior es el banquito de caliza I₁, que se halla al techo de un banco de arenisca de 50 metros de espesor. Al muro de este último está la capa h₁₀, la mejor del subtramo C², compuesta de varias venas y de 1,35 metros de potencia. Entre esta capa y la h₆ existe una zona estéril, de unos 300 metros de espesor. La capa h₁₀, situada al muro del gran banco de arenisca de 50 metros de espesor, debe corresponder a la primera capa del subtramo del «Sotón», de Asturias, situada también al muro (después de una zona estéril de unos 250 metros) del banco de arenisca fuerte, designado C² por Adaro.

netz. El número de venas de carbón es menor en el subtramo ruso que en Holanda y Bélgica, aproximándose más en esto al de Asturias, así como en su fauna, en la que figuran algunos géneros y especies comunes en ambas cuencas tales como *Spirifer mosquensis* y *Fusulina cylindrica* que no se encuentran en las demás de Europa.

De otra parte debe observarse la gran semejanza litológica que por lo que respecta a los banquitos de caliza distribuidos en este subtramo, presentan las cuencas de Lieja y la del Donetz.

La fauna más común en las zonas inferior y media del subtramo, es la siguiente:

Monopora.

Fenestella.

Enteleles Lamarcki.

Derbya grandis.

Streptorinchus tapajonensis.

Productus cancriniformis.

» *Nebrascensis.*

» *pustulatus.*

Marginifera costata.

» *Kalmiusi.*

» *parva.*

» *pusilla.*

» *typica.*

Spirifer carnicus.

» *Doni.*

» *supramosquensis.*

Martinia corinthiaea.

Dielasma gigantea.

Sochizodus juresanensis.

Conocardium uralicum.

Euphemus carbonarius.
Bucania Moravicus.
Murchisonia carbonaria.
Phillipsia Grünwaldti.
Bellinurus, etc.

y en la zona superior,

Aviculopecten Verbecki.
Pterinopecten subpapyraceus var. *A.*
Myalina compressa.
Nuculana attenuata.
Solenomya radiata.
Schizodus antiquus.
Edmondia sulcata.
Bucania interlineatus.
Pleurotomaria Grayvillensis.
Orthoceras undatum.
Nautilus bilobatus.
Themnocheillus carbonarius.
Anthracoceras discus, etc.

En la cuenca de Asturias, a unos 150-200 metros sobre la capa «Túnel» de Langreo, o sea, sobre el nivel «Catharina» y al techo de la capa «Reguero» del Sotón (=«Abundante 2ª») existe un importante nivel de fauna marina muy constante y rico en especies. Entre las reconocidas por nosotros a este nivel, figuran las siguientes:

Productus longispinus, Sow.
Chonetes Hardrensis, Phillips (abundante).
Schizodus sulcatus.
Myalina, sp.

La capa «Reguero» tiene una potencia de 0,45 a 0,75 metros y es una de las más inferiores del paquete conocido con el nombre de «Sotón bajo». Su techo y su muro son pizarreños.

En la cuenca de Lieja, a 150 metros sobre la «Grande Veine» («Houilleuse»), la capa «Grand-Bac» de 0,60 metros ocupa una posición análoga y lleva también al techo un importante nivel de fauna marina, uno de los más interesantes de la cuenca belga. Dicha fauna se halla contenida en los delgados lechos de pizarra micácea y piritífera, interestratificados en el techo, y se halla constituida principalmente por *Lingula mytiloides* y escamas de peces (*Elo-nychthys*). También se encuentran en este techo, a pequeña distancia de la capa, numerosas impresiones de *Carbonicola ovalis*, *Carbonicola nucularis*, *Naiadites modiolaris* (= *Mytilus Wesmaelamus*), muchas de ellas en perfecto estado de conservación.

En Asturias, a unos 165 metros por encima de la capa «Reguero», del Sotón, al techo del tercer carbonero situado al muro de la capa «Mariana» (= «Sotón» = «Quinta»), de 0,70 metros, existe otro importante nivel fosilífero con una rica fauna de braquiópodos, lamelibranquios, gasterópodos y crinoides, poco estudiada en detalle todavía. Esta capa «Mariana», de Langreo, es la más alta del paquete «Sotón bajo» y ocupa una posición análoga a la del conocido horizonte «Dómina» (Renier) de Eysden, de gran extensión horizontal de las cuencas belga, holandesa y de Westfalia.

En Holanda, este nivel «Dómina» (= «Niveau von Asch», de la Campine) es un horizonte muy constante de *Lingula mytiloides*, que sirve de límite a los grupos «Maurits» y «Hendrik», y hállese comprendido entre las capas B y C de la mina «Maurist». Las especies de fauna euryhalina más comunes a este nivel son: *Naiadites carinata*, *An-*

thracomya mínima, *Carbonia fabulina*, *Spirorbis pusillus*, *Rhizodopsis sauroides*, *Naiadites modiolaris* y *Carbonicola aquilina* (estas últimas especies se hacen muy raras).

Finalmente, en la cuenca central de Asturias, al techo del paquete «Sotón alto», en la zona estéril, de 165 metros de espesor, aproximadamente, que sirve de tránsito al grupo «Entrerregueras», por debajo del gran banco de psamita D, de Adaro, que sirve de base a este grupo, existen varios lechos fosilíferos de mucha potencia y de extraordinaria riqueza en fauna marina.

El primer lecho fosilífero se halla al techo de la capa «Guerrera», de 0,55 metros, última del paquete «Sotón alto» (o sea a unos 40-60 metros de la capa «Lozana», más conocida en Langreo) y contiene *braquiópodos*, *lamelibranquios*, *cefalópodos*, *crinoídes* y *foraminíferos*, entre estos últimos *Fusulina cylindrica*, como en la cuenca del Donetz. Por encima de este lecho, a unos 50 metros del mismo, existen otros varios, en bancos de pizarras de un espesor total de unos 15 metros, que encierran una profusa y riquísima fauna marina de *braquiópodos*, *lamelibranquios*, *gasterópodos*, *crinoídes* (grandes tallos) y *foraminíferos*, entre éstos el género *Fusulina*, abundante.

Este notable horizonte, situado en Asturias a unos seiscientos metros por encima del nivel de la capa «Túnel», se corresponde, por su posición estratigráfica, con el conocido horizonte «Aegir» de la cuenca del Limburgo holandés, que a su vez se identifica con el famoso horizonte «Petit-Buisson o de Maurage», de las cuencas franco-belgas, con el del mismo nombre («Aegir») de Westfalia y con el de «Mansfield», de Inglaterra (1).

(1) El horizonte «Aegir», de la cuenca de Westfalia es el que presenta mayor semejanza por la variedad de sus lechos fosilíferos y el

El nivel «Aegir» sirve de límite en Holanda a los grupos «Maurits» y «Jabeek», y ha sido estudiado por G. Delépine, quien encontró, entre otras especies de fauna marina, las siguientes:

Anthracoceras aegiranum (1).

Gastrioceras.

Orthoceras.

Sedwichia attenuata.

Pseudoamusium fibrillosum.

Pterinopecten papyráceus.

Eumicrotis (?).

Nuculana acuta.

Lingula mytiloides.

Chonetes buchiana.

» *Hardrensis* (var. *gibberula*).

Loxonema (?).

Raphitoma.

Straparollus.

Syncyclonema carboniferum.

Platyschima.

Platysomus parvulus.

A esta fauna hay que añadir la de las especies euryhalinas más comunes a este nivel, que son las siguientes:

número de especies distintas de *braquiópodos*, *lamelibranquios*, *gasterópodos*, *cefalópodos*, *nautilidos* y *goniatites* (excepto *foraminíferos*) con el mismo horizonte asturiano.

(1) Especie característica de este nivel, encontrada también anteriormente por Schmidt, en Westfalia.

Naiadites modiolaris } (1)
 » *carinata* }

Anthracomya Phillipsi (aparición de la especie).

» *mnima*.

Carbonia fabulina.

Estheria Simoni.

Spirorbis pusillus.

Coelacanthus elegans.

Este horizonte tan constante, de tan extraordinaria riqueza y de tan enorme extensión horizontal, situado casi en el vértice de la serie estratigráfica del westfaliense-moscoviense europeo, demuestra, una vez más, la persistencia del dominio marítimo durante todo el proceso sedimentario de estas cuencas. De otra parte, tanto en Asturias como en los demás países, a partir del nivel «Catharina», intercalanse, entre los horizontes principales señalados, otros muchos lechos fosilíferos de la misma clase, aunque de menor importancia por lo que se refiere a la profusión y variedad de esta fauna, que no están suficientemente reconocidos y estudiados.

De los trabajos efectuados por Pruvost, Delépine y Jongmans acerca de las faunas del hullero holandés, dedúcese claramente que aun no están representadas en este último las series completas conocidas en Alemania y en el Norte de Inglaterra.

A igual resultado nos conduce el estudio comparativo que acabamos de hacer entre las cuencas hulleras holandesa y asturiana. El paquete más alto conocido hasta ahora en el Limburgo es el de «Jabeek», solamente reconocido

(1) El género *Carbonicola* se ha extinguido antes de llegar a este nivel y el *Naiadites* se halla próximo a su extinción.

por sondeos. El S. M. XL ha cortado, por encima del «Nivel Aegir», una zona de unos 200 metros de espesor, con seis capas de buena potencia y varios carboneros, que corresponde a nuestro paquete «Enterregueras». Por encima viene una gran zona estéril (cortada por el S. M. XLV) y otros 150 metros de estratos casi estériles, con sólo una capa de 1,10 metros en su base, y varios pequeños carboneros que parecen corresponder a la parte inferior del paquete de «Sorriego», de Asturias.

Faltan, pues, por reconocer en Holanda, según se desprende de los datos obtenidos hasta hoy, casi todo el paquete de «Sorriego», con sus seis capas explotables, y todo el gran paquete de la «Modesta» y de la «Oscura», con sus 12 a 16 capas, o sea la mayor parte del tramo llamado *supra-medio* por Adaro, que sólo se encuentra completo en Asturias, en la región de Langreo.

Nuevos sondeos cuidadosamente emplazados y el avance de las explotaciones hulleras holandesas, bajo la atención inteligente y vigilante de los distinguidos geólogos del Geologisch Bureau, de Heerlen, acabarán por dilucidar tan interesante cuestión y de completar el conocimiento de la cuenca.

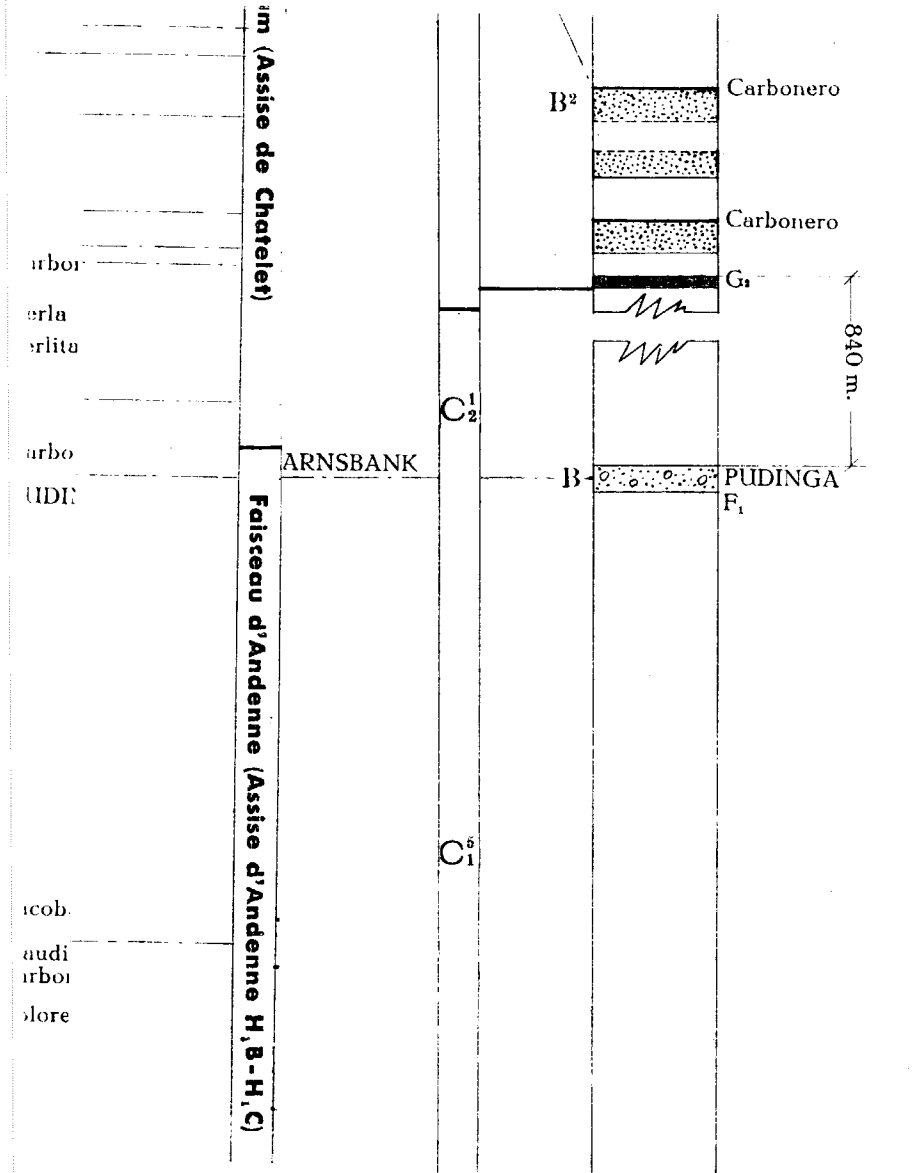
Acabamos de ver la semejanza estratigráfica entre las cuencas hulleras del NO. y NE. de Europa con la del NO. de España. Y esta semejanza prosigue mucho más al Sur, hasta el carbonífero del Sahara, tan imperfectamente conocido hasta ahora.

Es sabido que según los trabajos efectuados en estos últimos años, se han reconocido allí el Dinantiense, el Namuriense y el Westfaliense superior, con sus tramos productivos en la cuenca de Gür y de la Zonsfana, que se halla en explotación. La facies de las capas dinantienses y namurienses reconocidas en aquella cuenca presenta muy

grandes afinidades, según el Dr. Menchicoff (1), con las de las cuencas franco-belgas e inglesas, encontrándose los mismos fósiles en los mismos niveles estratigráficos y en estratos de igual naturaleza. «Este notable paralelismo — añade Menchicoff— de las capas inferiores del Carbonífero del Sahara con las del NO. de Europa, autoriza a pensar que pueden encontrarse las mismas analogías en los niveles más elevados».

Entretanto, retengamos el hecho incontrovertible de la grandiosa uniformidad, de la maravillosa armonía que ha presidido la formación de las cuencas hulleras westfalien-ses diseminadas por los diferentes países de la tierra.

(1) Nicolás Menchicoff: «La houille au Sahara» (R. de l'Industrie Minérale, n.º 299, 1.ºr juin 1933.



LLI
TU

RUSIA - CUENCA DEL DONETZ



TIP. LIT. COULLAUT - MADRID

RELACIÓN ESTRATIGRÁFICA Y PARALELISMO ENTRE VARIAS CUENCAS WESTFALIENSES DE EUROPA

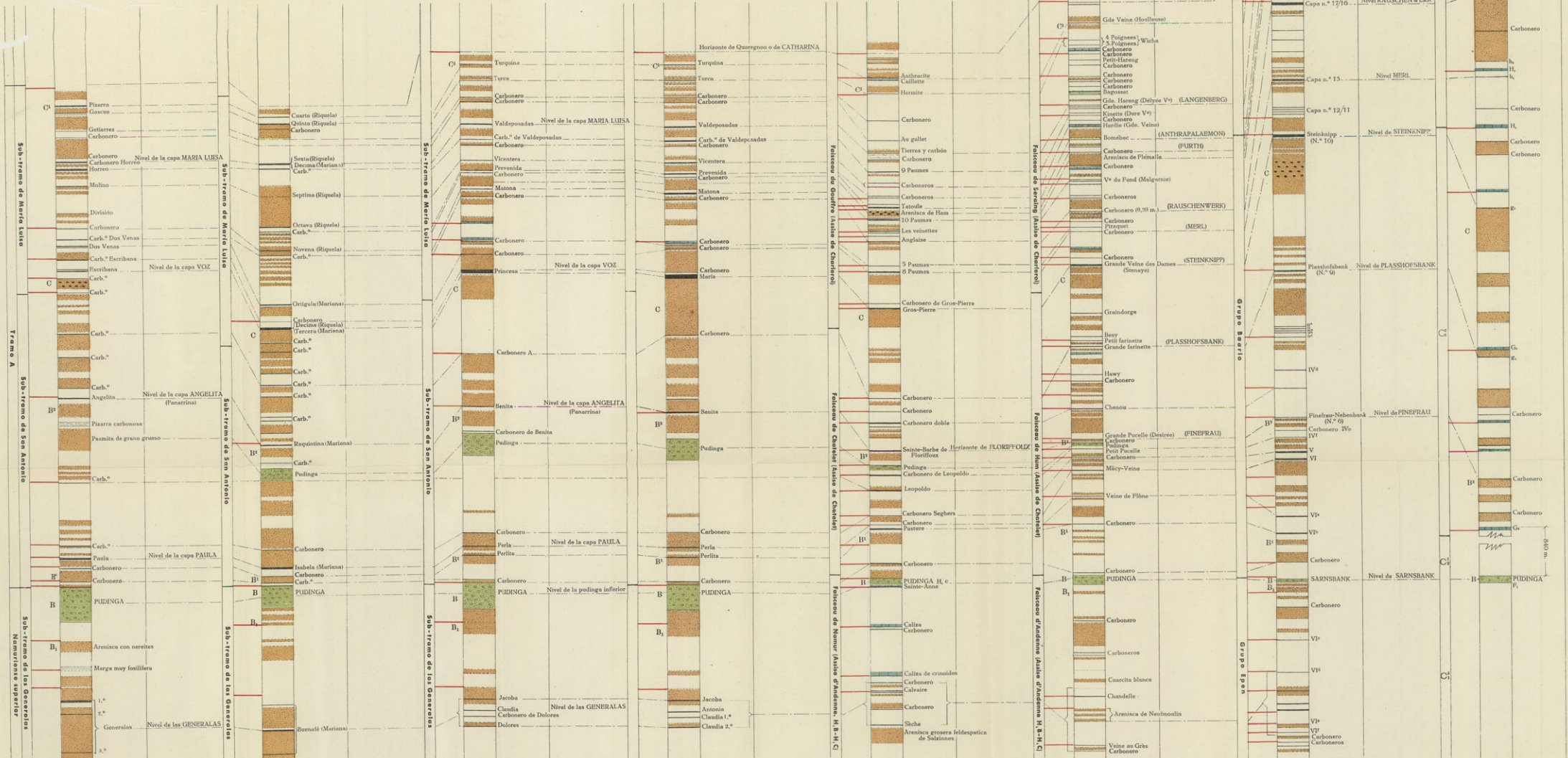
Namuriense Superior y Tramo A

COMPOSICIÓN DE IGNACIO PATAC
Escala 1 : 2000

EXPLICACION

- Arenisca y psamita
- Arenisca fuerte con nódulos de pirras, carbón, etc.
- Conglomerado de cantos rodados
- Pirras de varias clases
- Bancos de caliza
- Capas y carboneros con sus nombres, números o letras, locales
- Horizontes de fauna marina

- | | |
|----------------|--|
| C ⁵ | Banco de arenisca del paquete Maria Luisa (Aldare) |
| C | Id. id. de la capa 'Voz' (Id.) |
| B ⁵ | Id. id. de la capa Panarrina (Id.) |
| B ⁴ | Id. id. de la capa 'Pamla' (Id.) |
| B | Conglomerado de cantos rodados, inferior |
| B ₁ | Banco de psamita y pirras fosilíferas (Aldare) |



ASTURIAS-SAMA DE LANGREO-FONDON
ASTURIAS-MIERES (MARIANA) Y RIQUELA
ASTURIAS ALLER (INDUSTRIAL ASTURIANA)
ASTURIAS ALLER (HULLERA ESPAÑOLA)
BELGICA
CHARLEROI ET LA BASSE SAMBRE
BELGICA-LIEJA
LIMBURGO HOLANDES - SMLVI (IV - STEINKNIPP)
ORANJE NASSAU I (STEINKN - CATHARINE)
RUSIA - CUENCA DEL DONETZ

LOS
VERTEBRADOS
DEL MIOCENO CONTINENTAL

DE LA CUENCA

VALLÉS-PANADÉS
(PROVINCIA DE BARCELONA)

I. INSECTÍVOROS. — II. CARNÍVOROS

POR

JOSÉ F. DE VILLALTA COMELLA
LICENCIADO EN CIENCIAS NATURALES

Y

M. CRUSAFONT PAIRÓ
FARMACÉUTICO
DIRECTOR DE LA SECCIÓN DE PALEONTOLOGÍA
DEL MUSEO DE SABADELL

INTRODUCCIÓN

I.—Los estudios de Paleontología mastodológica del Mioceno en la Península

El estudio metódico de los mamíferos fósiles del Mioceno Continental de la Península Ibérica es relativamente reciente. Claro que existen abundantes notas y trabajos sobre la materia, publicados en épocas ya sumergidas en un pretérito lejano, y hay que reconocer el meritorio esfuerzo de los antiguos geólogos españoles que tuvieron que brasear, en cuanto a estas directrices, en un caos de confusio-nismo, cuando era tan imprecisa todavía la sistemática en cuanto a los mamíferos fósiles se refiere. Las observaciones que se conocen como más antiguas, referidas a la cuestión mastodológica, se remontan al siglo XVIII y están dedicadas al célebre yacimiento de Concud, que se sitúa el primero en la Historia Paleontológica de mamíferos de España. En 1754, ya el Padre Torrubia hace mención de los restos encontrados en la famosa localidad turolense; luego surgen los nombres de Ezquerro del Bayo y Prado, quienes se refirieron frecuentemente a los hallazgos de mamíferos fósiles de diversas localidades hispánicas. En el transcurso del tiempo, y con diversos intervalos, aparecen notas, casi siempre intercaladas en trabajos de índole geológica gene-

ral, que citan nuevas aportaciones de restos al acervo mastodológico, y en este aspecto hay que consignar un gran número de geólogos y paleontólogos del pasado siglo y de principios del actual que sentaron las bases para el estudio posterior: Calderón, Mallada, Almera, Vilanova, Botella, Cortázar, Boscá, Luis Mariano Vidal, Graells, Azpeitia y otros. Ya en estas épocas colaboran y vienen a afianzar el estudio, algo deshilvanado todavía en lo que se refiere a la materia, diversos paleontólogos extranjeros, ya especializados en las cuestiones de mamíferos fósiles: von Meyer, Kaup, Smith Woodward, Depéret y otros, así como algunos geólogos: Bowles, Nicklés, Chevalier, etc., quienes aportan sus conocimientos al estudio de algunas regiones españolas.

El que quiera obtener datos completos respecto de las especies de vertebrados miocénicos desde los primeros tiempos de la geología hispana, debe acudir, en primer lugar, al «Catálogo de los vertebrados fósiles de España», del profesor D. Salvador Calderón, publicado en 1876 [1]. Otros trabajos de recopilación han seguido al del ilustre geólogo castellano: Mallada, en su «Catálogo general de las especies fósiles encontradas en España», aparecido en 1891 [2], enumera las que se refieren a los vertebrados. Existe otro catálogo referido a los mamíferos de la región catalana, debido al Dr. Jaime Almera y aparecido en 1896 [2 bis]. Posteriormente, y ya en pleno auge de estos estudios en nuestro país, aparece la Memoria del Dr. Eduardo Hernández-Pacheco, titulada «Los vertebrados fósiles del Mioceno de la Península Ibérica», que sale a la luz en 1914 [3], trabajo muy completo que resume todos los conocimientos sobre la materia hasta aquella fecha. Coincide esta recopilación con la época en que ya se van perfilando con mayor claridad las orientaciones modernas y metódicas con res-

pecto a la cuestión que nos ocupa: se exploran con mayor detención los yacimientos ya conocidos, mientras que el espíritu investigador de los paleontólogos descubre nuevas e interesantes localidades de vertebrados fósiles que trazan ya el nervio acusado que va tomando la Paleontología en esta notable rama. En 1915 aparece la obra del Dr. Eduardo Hernández-Pacheco, en colaboración con el Dr. D. Juan Dantín [+], dedicada al estudio del yacimiento vindoboniense del cerro del Cristo del Otero, en Palencia. A los pocos años, el Dr. J. R. Bataller, de Barcelona, recopilando los datos que hasta entonces se poseían sobre mamíferos terciarios y cuaternarios de la región catalana y otros aportados por él mismo, publica sus «Mamífers fòssils de Catalunya», que aparece en 1918 [5].

Ya desde entonces, los trabajos sobre la materia, enriquecidos por los nuevos hallazgos y basados sobre las sistemáticas modernas, van apareciendo con cierta frecuencia. Cabe indicar que los nombres de los Dres. Eduardo Hernández-Pacheco, en Madrid, y Bataller, en Barcelona, son los más señeros en el cultivo de esta rama de la Paleontología española. Insistiremos sobre la labor efectuada por el ilustre paleontólogo barcelonés en el lugar correspondiente; en cuanto al primero, en diversos intervalos de sus notables estudios sobre fisiografía y geología general de la Península, publica otros interesantes trabajos y notas paleontológicas que enriquecen la bibliografía mastodológica y entre las cuales señalaremos sobre todo, por su importancia, «La llanura manchega y sus mamíferos fósiles», aparecida en 1921 [6], y algunas otras sobre hallazgos realizados en Concuad [7 y 7 a]. En estas mismas épocas, o con posterioridad, otros ilustres paleontólogos han colaborado en estas tareas, ya sea describiendo nuevas formas fósiles de vertebrados, ya sea dando a conocer nuevos yacimien-

tos descubiertos en España; así, Dupuy de Lôme con la descripción de un nuevo yacimiento en el Rincón de Ademuz, aparecida en 1918 [8], alguna nota de Dantín [9] y, sobre todo, los trabajos del Dr. Francisco Hernández-Pacheco, quien en 1930 publica «Fisiografía, Geología y Paleontología del territorio de Valladolid» [10], en donde se describen diversas localidades de mamíferos fósiles de aquella provincia; asimismo, el propio geólogo publica, antes de esta obra, una nota sobre un yacimiento descubierto en Nombrevilla (Zaragoza) [11] y otra referida a una nueva localidad de mamíferos fósiles del Mioceno de Madrid [12]. Mientras tanto van apareciendo nuevos trabajos de Bataller, que enunciaremos más adelante, al detallar la Paleontología de mamíferos referida a la región catalana. Intervienen también, en los últimos años, diversos geólogos extranjeros con el estudio de algunas interesantes especies descubiertas en nuestro país: Depéret, Viret, Gaillard, Bergoignoux, etcétera. De 1930 data la introducción de los autores del presente trabajo en el estudio de la paleontología mastodológica, dedicado casi exclusivamente a los yacimientos de la cuenca Vallés-Panadés, algunos de los cuales, los más importantes, habían sido ya explorados con anterioridad por el Dr. Bataller. De todos modos, como se verá por las listas que incluimos más adelante, nuestra labor ha sido singularmente afortunada por el descubrimiento de numerosas especies nuevas para la fauna miocénica española y de algunos yacimientos no conocidos de la comarca indicada. También el detalle de nuestra bibliografía será expuesto más adelante.

Antes de finalizar este breve resumen de las actividades de los paleontólogos españoles en el campo de los vertebrados miocénicos, no podemos pasar por alto la labor efectuada en el mismo sentido en nuestra hermana Portugal,

en donde los interesantes yacimientos del valle bajo del Tajo, han sido materia de solícita atención por parte de algunos geólogos y paleontólogos; entre estos últimos hay que citar, sobre todo, a Roman, quien en 1907 publicó un notable estudio sobre la materia [13]. El mismo paleontólogo completó sus observaciones primeras en un nuevo trabajo, aparecido en 1917 [14]. E. Fleury le sigue en los estudios sobre esta interesante región [15] y, por último, deben citarse las observaciones de Zbyszewsky en 1937 [15 bis] y 1941 [16] sobre los problemas estratigráficos de aquellas localidades. En este último trabajo, presentado al Congreso de Zaragoza de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias, se publican algunas listas inéditas de mamíferos.

II.—Los yacimientos de vertebrados miocénicos de España

Prolija labor sería la de querer enumerar todas las localidades españolas en donde han aparecido mayor o menor número de restos de vertebrados miocénicos. En 1914, el Dr. Eduardo Hernández-Pacheco, en el trabajo de recensión antes citado, incluía una lista completa que hoy sería casi imposible establecer por el sinfín de hallazgos que se han ido efectuando desde los últimos años, en que el interés por la Paleontología ha ido en aumento progresivo. Vamos, pues, a detallar solamente aquellas localidades que pueden considerarse como tales yacimientos y dejar a un lado aquellas que sólo han proporcionado restos aislados y de interés, por lo tanto, relativamente escaso. En el citado trabajo de Hernández-Pacheco se citaban ya los de Madrid, Concud, Alcoy, Seo de Urgel, Cerdaña y Palencia. El del Dr. Bataller de 1918, dedicado, como hemos dicho, a los

yacimientos terciarios y cuaternarios catalanes, añade a los miocénicos el de San Miguel del Taudell, cerca de Tarrasa. Los estudios posteriores y exploraciones amplían la lista de los yacimientos de una manera considerable. A los anteriores hay que añadir los indicados antes, de Valladolid, Nombrevilla, La Mancha; en el Vallés-Panadés, los de San Quírico, Hostalets de Pierola y Piera, dados a conocer por Bataller, así como los de Sabadell y Tarrasa, descritos por el mismo paleontólogo, y, por último, los de La Tarumba y Can Llobateres, que hemos dado a conocer recientemente. Damos, pues, a continuación, la lista de estas localidades con el número de especies que se conocen de cada una de ellas.

YACIMIENTOS VINDOBONIENSES

MADRID (San Isidro, Puente de Toledo, Convento de Atocha, Cerro de la Plata y Puente de los Franceses), con 15 especies, de las cuales 8 son dudosas.

PALENCIA (Cerro del Cristo del Otero), con 18 especies.

VALLADOLID (La Cistérniga y Fuensaldaña), con 8 especies.

RINCÓN DE ADEMUZ (Valencia), con 5 especies.

SAN QUÍRICO (Vallés), con 38 especies de mamíferos y diversos reptiles y aves, en número no determinado con exactitud.

HOSTALETS DE PIEROLA (Panadés), con 53 especies de mamíferos y otros restos de reptiles y aves de diversas especies que faltan determinar.

YACIMIENTOS PONTIENSES

ALCOY (Mina de Carbó, barranco de Villanueva y Les Llometes), con 10 especies.

CONCUD (Barranco de las Calaveras y Cerro de la Garita), con 21 especies (1).

SEO DE URGEL (Tejería del Firal), con 15 especies.

CERDAÑA (Bellver, Prats, Sanabastre, Das, Llivia), con 12 especies.

NOMBREVILLA (Zaragoza), con 3 especies.

PUEBLA DE ALMORADIER (La Mancha), con 3 especies.

SABADELL (subsuelo), en el Vallés, con 10 especies.

SABADELL (Can Llobateres), en el Vallés, con 4 especies.

TARRASA (Bóvila Sagués), en el Vallés, con 4 especies.

TARRASA (San Miguel del Taudell), en el Vallés, con 21 especies.

VILADECABALLS (La Tarumba), en el Vallés, con 9 especies.

PIERA (Plana del Castell), en el Panadés, con 8 especies.

(1) A la lista de Concud hay que añadir la especie *Steneofiber Jaegeri* Kaup, el primer roedor del yacimiento, hallado por nosotros en nuestra expedición del verano de 1941.

LOS YACIMIENTOS DEL MIOCENO CONTINENTAL DEL VALLÉS-PANADÉS

I.—Historia

La fosa miocénica del Vallés-Panadés, adosada a la cordillera costera catalana, forma una cubeta de sedimentación que, a través de los tiempos, ha venido proporcionando restos de mamíferos terrestres de interés cada día creciente. Lejanos están ya los días en que, por primera vez en la región, se hizo por el Dr. Bataller, de Barcelona, un estudio metódico de las piezas de vertebrados descubiertas en las provincias catalanas, y aun entonces se recopilaron todos los mamíferos de las distintas épocas, incluyéndose una lista de los restos del Terciario y del Cuaternario [5] que después amplió con algunos mamíferos del Mioceno descubiertos con posterioridad, y que agrupó en una nota paleontológica [17]. Más tarde el mismo paleontólogo, a la luz de los nuevos hallazgos realizados en los yacimientos del Vallés, de la Cerdaña y de la Seo de Urgel, publicó una monografía [18] dedicada ya sólo y exclusivamente a los mamíferos miocénicos. A los cuatro años de esta publicación, el Dr Bataller redactó una revisión de los yacimientos del Mioceno regional [19] en la que hizo alguna rectificación respecto de la edad de algunos de los yacimientos que antes, por escasez de bibliografía o por insuficiente

material de comparación, habían sido atribuidos, erróneamente, a otros pisos. Así se puntualizó la edad vindoboniense del yacimiento de San Quírico de Tarrasa o de Galliners (Vallés), uno de los que aquí estudiaremos, anteriormente considerado como pontiense, precisión y extremo que hemos tenido el placer de ir corroborando a través de nuestras ulteriores exploraciones. El ilustre paleontólogo barcelonés fué, pues, el primer propulsor de los estudios paleontológicos referidos al conocimiento de los vertebrados terciarios catalanes y sus trabajos fueron la cima de pacientes exploraciones sobre el terreno, en cuya tarea fué, de vez en cuando, auxiliado por algunos entusiastas de la Geología, que pudieron aportarle diverso material de estudio (Mario Guerin y Padre Noguera, de Barcelona, Pallet y Barba, Jacinto Elias y Padre Solá, de Tarrasa, Vicente Renom y Padre Rimblas, de Sabadell, etc). El mismo autor hizo en diversas ocasiones, algunas comunicaciones verbales a la «Institució Catalana d'Historia Natural», de Barcelona, con motivo del descubrimiento de notables restos que iban apareciendo a través de sus continuas exploraciones. En una de estas comunicaciones dió a conocer, por vez primera, el hoy tan interesante yacimiento de Hostalets de Pierola, en el Panadés [20] del cual, por su parte sabemos que tiene inédita una interesante lista de especies que han sido señaladas en un reciente catálogo publicado por nosotros y sobre el cual insistiremos más adelante.

Como ya se ha dicho, desde el año 1930, aproximadamente, los autores de esta monografía empezamos con gran amor nuestras investigaciones en el campo de la Paleontología miocénica continental, siguiendo las huellas firmemente trazadas por nuestro maestro y, en un principio, nos dedicamos casi exclusivamente a la metódica exploración

del yacimiento de San Quírico, en el Vallés, y, más tarde, del de Hostalets de Pierola, en el Panadés. Nuestra colaboración fructificó con la publicación de dos «Notas paleontológicas» en el Boletín de la «Institució Catalana d'Historia Natural», de Barcelona [21 y 22], dando cuenta del hallazgo de dos novedades para el primero de los indicados yacimientos: el *Rhinoceros sansaniensis* Lartet, y el *Dinotherium giganteum* Kaup, subespecie *laevius* Jourdan, no citados de ninguna de las otras localidades catalanas. A poco, Villalta hizo una comunicación verbal a la misma institución barcelonesa, reportando el hallazgo en San Quírico de dos especies nuevas para la fauna vindoboniense española, el *Macrotherium grande* Lartet, y el insectívoro *Plesiodimylus Chantreji* Gaillard. Este último era el primer y único insectívoro miocénico de la fauna fósil española conocido en aquellas épocas.

La guerra de Liberación, 1936-1939, pone un obligado paréntesis a nuestras actividades, nunca, sin embargo, extintas del todo. A principios del año 1940, emprendimos, gracias a la nueva era, una activísima campaña de investigaciones en los yacimientos indicados, acrecentada por labores de excavación, que nos dieron excelentes resultados. El fruto de esta ininterrumpida tarea explorativa ha sido nada despreciable y nos ha permitido ampliar considerablemente las listas de los mamíferos del Vindoboniense, de tal modo que hoy los yacimientos de San Quírico y el de Hostalets de Pierola son los más ricos de la Península, pudiéndose casi comparar con los clásicos europeos de la Grive Saint-Alban, Sansan, Oeningen, etc., en cuanto al gran número de especies descubiertas. Con todo, hemos de hacer constar el hecho de que este resultado, más que de la riqueza cuantitativa en restos de los yacimientos, ha derivado del continuo y paciente trabajo explorativo, en el cual

han colaborado intensamente con nosotros los amigos Juan Montada, de Barcelona, y Juan Andrés, de Sabadell, que han puesto a contribución su gran amor a la ciencia paleontológica.

Con anterioridad a la presente monografía hemos publicado algunas notas paleontológicas referidas a la cuestión mastodológica de la comarca que nos ocupa: en primer lugar, en el mes de diciembre de 1941, presentamos una nota al XVI Congreso en Zaragoza de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias, como preliminar al estudio detallado de los insectívoros, que va en el presente trabajo. Recientemente hemos publicado una nota preliminar dedicada a los carnívoros de nuestros yacimientos [23], y por el Museo de Sabadell nos ha sido editado un fascículo, en donde se resumen nuestras actividades hasta poco antes de la redacción del presente, con unas listas de las especies de los distintos yacimientos comarcales [24]. Es probable que a la aparición de esta monografía haya visto la luz otra nota dedicada al hallazgo en Hostalets del antropomorfo miocénico *Dryopithecus Fontani* Lartet.

En los últimos tiempos hemos extendido nuestra área de exploraciones dentro de la comarca, con lo cual nos ha sido posible descubrir, en algunos de los yacimientos pontienses ya conocidos, algunas especies inéditas y, al propio tiempo, hemos hallado algunos nuevos yacimientos, cuya comunicación estamos redactando en la actualidad.

II.—Los yacimientos

Las dos comarcas geográficas del Vallés y del Panadés forman, geológicamente hablando, una sola cubeta, situada entre las dos cadenas montañosas del Litoral y Prelitoral catalán, y está rellena por los materiales del Mioceno

continental, que en ambas comarcas se halla en contacto con las formaciones marinas en su límite meridional. Los depósitos miocénicos continentales se extienden con casi absoluta uniformidad, sólo alterada o interrumpida por las formaciones aluviales del Cuaternario, desde los confines de ambas comarcas, por el Este y el Oeste; las facies marinas forman una larga y angosta faja que festonea los depósitos terrestres, extendiéndose desde Sardañola hasta el extremo occidental del Panadés, y en ella se hallan numerosos yacimientos fosilíferos con una variada fauna de gasterópodos y lamelibranquios (helveciense y tortoniense). Nuestro querido amigo D. N. Llopis y Lladó, que en diversas ocasiones nos ha acompañado en nuestras excursiones por la comarca, a la búsqueda de restos de mamíferos fósiles, ha venido estudiando la estratigrafía de estas interesantes formaciones neogénicas y nos ha proporcionado diversos cortes, algunos de los cuales se publican en el presente trabajo. Tiene en preparación una descripción completa de la estratigrafía de la comarca y, en la actualidad, está estudiando las zonas de contacto entre el Mioceno continental y marino.

Refiriéndonos ahora concretamente a las formaciones terrestres y a la cuestión puramente paleontológica, a la cual está dedicada, por modo preferente, la presente monografía, vamos a hablar de sus yacimientos de mamíferos, que son ya en la actualidad bastante numerosos. Dejaremos a un lado los hallazgos aislados, que han sido, de todos modos, bastante frecuentes en diversas localidades distribuidas por el ámbito de la comarca, y nos dirigiremos antes que nada a la enumeración y descripción de los yacimientos propiamente dichos, o sea aquellos que han suministrado varias especies fósiles.

En la comarca del Vallés-Panadés se encuentran repre-

sentados dos niveles fosilíferos del Mioceno continental: el Vindoboniense y el Pontiense. Al primero de ellos corresponden los notabilísimos yacimientos de San Quírico de Tarrasa o de Galliners, en el Vallés, y de Hostalets de Pierola, en el Panadés. Los yacimientos pontienses, más numerosos, son los siguientes, en el Vallés: Sabadell (subsuelo), Can Llobateres (cerca de Sabadell), Tarrasa (Bóvila Sagués), San Miguel del Taudell (cerca de Tarrasa), La Tarumba (Viladecaballs) y Caldas de Montbuy, y, en el Panadés, el de Piera (Plana del Castell).

YACIMIENTOS VINDOBONIENSES

Vallés

SAN QUÍRICO.—Este yacimiento se halla situado en el Vallés occidental, a unos tres kilómetros de la ciudad de Sabadell. Apareció al abrirse una trinchera para el paso de los «Ferrocarriles de Cataluña», que unen aquella ciudad con la capital del antiguo Principado, en la ladera de un pequeño montículo derivado de la Sierra de Galliners, en el término de Can Canals. Se encuentra a una distancia de unos 500 metros de la estación de San Quírico, en dirección a Barcelona. A pesar del gran número de especies descubiertas, el yacimiento es reducido en sí mismo, pues la indicada trinchera tiene poco más de 200 metros de longitud. La altura es de ocho metros, aproximadamente, y los materiales son margas verdosas y grises, muy finas y plásticas, con alternancias de capas más o menos arenosas. Algunos bancos, más duros y más calizos, de un color rojizo, contienen restos de tortugas; los mamíferos, en cambio, se encuentran de preferencia en las margas. Las capas de la trinchera del ferrocarril, buzando hacia el NE., aparecen en la falda inferior del montículo, singularmente en

la ribera opuesta del Riu Sec o riera de San Quírico, debajo de los aluviones que forman la terraza cuaternaria del llano de Sabadell, aunque aquí los estratos no nos han proporcionado restos fósiles. No obstante, algunos de los restos primitivamente citados de estos terrenos (*Mastodon angustidens* Cuvier), antes de la construcción de la trinchera que es el yacimiento actual, fueron hallados en la riera de Can Canals, cerca del Riu Sec.

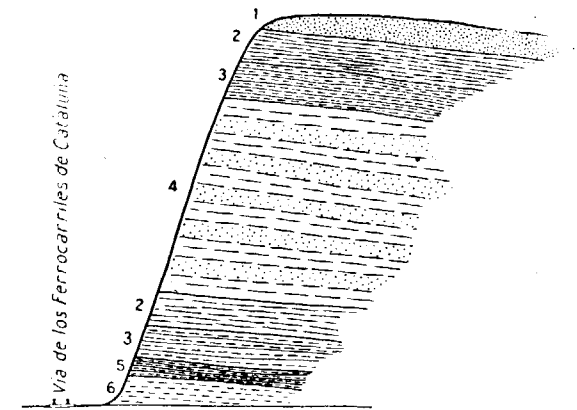


Fig. 1. — Corte geológico de la trinchera de los «Ferrocarriles de Cataluña»; lado derecho en dirección a Sabadell. Altura aproximada, 8 metros.

1. Arcillas y humus del Cuaternario.—2. Margas verdosas con fánula de mamíferos.
3. Banco de margas muy calizas, sin fósiles.—4. Capa de arcillas amarillo-rojiza con *Testudo*.—5. Margas negruzcas con *Helix*.—6. Arcillas abigarradas con restos de grandes mamíferos. Corte según M. Crusafont).

El yacimiento de San Quírico ha proporcionado, hasta el presente, 38 especies de mamíferos, amén de diversos restos de reptiles y aves, algunos de los cuales están todavía indeterminados.

Panadés

HOSTALET DE PIEROLA.—El yacimiento de Hostalets de Pierola se encuentra en el Panadés, enclavado a levante de

la línea de los «Ferrocarriels Catalanes» (de Barcelona a Igualada), a todo lo largo del trayecto de Masquefa a Piera, desde la riera de Masquefa hasta el pie de las casas del villorrio de Hostalets de Pierola, extendiéndose hacia el NE. hasta más allá de los altozanos de Can Mata de la Garriga, hacia Can Fontimarc. Quedan dentro de esta zona los torrentes del Salt de la Serra, de la Ocata y de Claret, con sus innumerables ramales y afluentes, constituídos por numerosos barrancos abiertos dentro de las margas arcillosas rojas, donde el trabajo erosivo de las aguas salvajes es intensísimo. Todos los cursos acuosos se entrelazan en intrincada red hidrográfica, que hace del terreno un continuo accidente topográfico, dificultando el acceso a ciertos recodos. Como las pendientes de las cárcavas son sumamente pronunciadas, el trabajo denudativo hace aparecer, por su intensidad, abundantes restos de mamíferos en los ca-

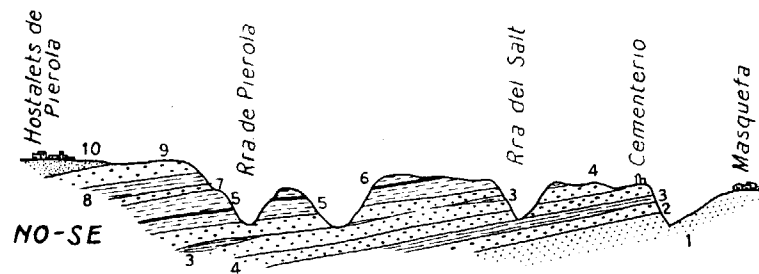


Fig. 2.—Corte geológico del Mioceno entre Masquefa y Hostalets de Pierola.
Escala horizontal 1 : 116.000

1. Arenas y arcillas rojo-azuladas alternantes.—2. Conglomerados.—3. Arcillas rojas
4. Conglomerados.—5. Arcilla vinosa fina.—6. Marga arenosa algo más compacta.—
7. Pudinga poco cementada.—8. Margas fosilíferas.—9. Pudinga poco cementada.—
10. Cuaternario. (Corte según N. Llopis).

nales de escurrimiento. En las épocas de lluvias, el yacimiento se renueva constantemente y se desprenden nuevos restos de los estratos fosilíferos. En la base de las formaciones arcillosas afloran bancos de conglomerados, en los

cuales es posible también hallar restos fósiles. Las especies de pequeña talla (faúna de Insectívoros y de Roedores) se descubren con mayor facilidad en las superficies de lavaje, en la cima de los conos erosivos.

Las características litológicas de este interesante yacimiento, cuya exploración ha sido para nosotros tan fructífera, son muy diferentes de las del anterior, a pesar de ser sincrónicos. Su facies parece corresponder a un régimen más turbulento, de grandes ríos y zonas de intenso acarreo y activa erosión, mientras que el de San Quírico hace pre-

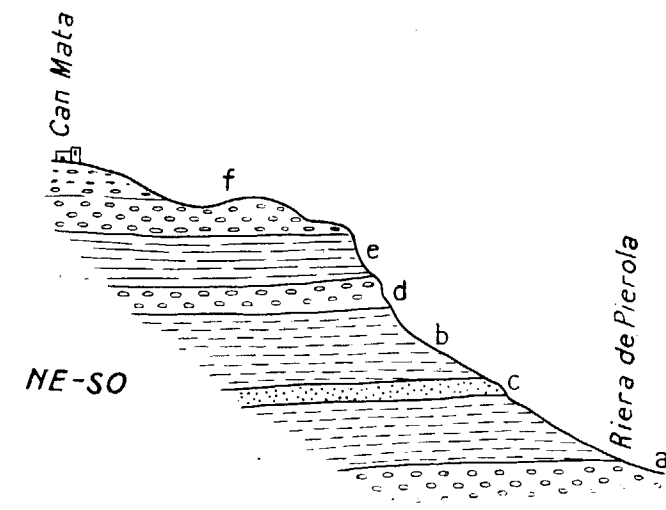


Fig. 3.—Corte geológico del cerro de Can Mata.

- a. Pudinga bien cementada con elementos de hasta 20 centímetros de pizarra, cuarzo, rocas eruptivas y calizas triásicas. Potencia visible: 1,50 metros.—b. Arcilla vinosa fina: 5 metros.—c. Marga arenosa algo más compacta: 0,40 metros.—d. Pudinga poco cementada: 2 metros.—e. Margas fosilíferas: de 4 a 5 metros.—f. Pudinga poco cementada.—Corte según N. Llopis

sumir un recodo palustre y húmedo de régimen hidrográfico tranquilo. Falta establecer las relaciones estratigráficas entre ambos yacimientos y el paralelismo de las faunas (no

absolutamente idénticas) para poder sentar conclusiones definitivas paleogeográficas.

Nuestro reciente hallazgo de una brecha de Carnívoros y ciervos en esta localidad, y de la cual hablaremos especialmente más adelante, ha ampliado considerablemente nuestra lista de especies del yacimiento, las cuales ascienden a 53 mamíferos, existiendo, además, muy numerosos restos de reptiles y aves, cuya determinación es todavía incompleta.

Nuestras continuas exploraciones en este yacimiento nos han llevado al descubrimiento de niveles pontienses con *Hipparion gracile*, *Cervulus dicranocerus*, etc., que deberán delimitarse con precisión una vez establecida en detalle la estratigrafía de la localidad. Hasta ahora parece que los niveles más modernos aparecen en dirección al pueblo de Hostalets, mientras que las capas vindobonienenses son propias de la zona Can Mata-Ocata, con algunos islotes, uno de los cuales ha sido descubierto por nosotros más allá de la vía férrea, hacia Can Cairot (*Listriodon* sp.).

YACIMIENTOS PONTIENSES

Vallés

SABADELL (subsuelo).—La llanura en donde se asienta la ciudad de Sabadell está formada por una extensa terraza cuaternaria, constituida por gruesas capas de limos y arcillas rojas alternando con potentes bancos de gruesos aluviones, y está limitada, por un lado, por el profundo cauce del río Ripoll y, por otro, por diversos torrentes afluentes del mismo. Por debajo de esta formación moderna, aparece el Mioceno en forma de arcillas y margas, cuya naturaleza varía de uno a otros lugares. Los restos fósiles han

aparecido gracias a diversas perforaciones, como pozos y galerías, y, sobre todo, por causa de la construcción del túnel de los «Ferrocarriles de Cataluña», que da acceso, subterráneamente, al corazón de la ciudad. En el túnel mencionado, abierto el año 1925, aparecieron interesantes ejemplares fósiles empotrados en las arcillas, de tonos claros con elementos bastos de arenas y gravas. Otras especies fósiles han sido extraídas de diversos pozos, construidos a través del tiempo en la ciudad. También en los bordes de la terraza, y en lugares cercanos a la población, aparecen los niveles pontienses, formados, en su mayoría, por capas detríticas gruesas y conglomerados, y en donde se han recogido algunos restos de mamíferos (Río Tort, Can Alzina, La Salud, etcétera).

Esta localidad ha proporcionado 10 especies de vertebrados, algunas de ellas inéditas.

CAN LLOBATERES (Sabadell).—Es probable que a la aparición del presente trabajo haya sido publicada una nota nuestra en donde damos a conocer dos nuevos yacimientos pontienses del Vallés, de reciente descubrimiento. Uno de ellos es el de Can Llobateres y el otro el de La Tarumba, del que hablaremos más adelante. En esta nota habremos insertado unos cortes geológicos de los mencionados yacimientos.

El yacimiento que nos ocupa se halla situado en las cercanías de Sabadell, hacia el SE. de la población, en un margen de la carretera que une aquella industriosa ciudad con el pueblo de Santa Perpetua de la Moguda, entre los kilómetros 3 y 4, y en las proximidades de la casa de campo de Can Llobateres. El nuevo yacimiento fué ya reconocido hace años por el segundo firmante del presente trabajo y D. Ramón Arquer, de Sabadell, en una de nuestras

excursiones geológicas por el Vallés, por el hallazgo de algunos restos óseos que no se prestaron a la clasificación. Hace poco, en unión con el Sr. Andrés, ya citado, emprendimos una exploración más minuciosa, que nos llevó al descubrimiento de los primeros restos clasificables de la localidad. Las especies son todavía escasas, por las pocas sesiones que hemos dedicado al yacimiento. Este es relativamente reducido, por lo menos en lo que se refiere a la parte explorable, que consiste en un margen de la carretera en cuestión, y que tendrá unos 100 metros de longitud; por los alrededores del yacimiento se encuentra terreno cultivado, que impide la exploración. Los materiales que lo constituyen son unas margas muy arenosas, con alternancia de arenas y conglomerados poco gruesos. La localidad ha proporcionado, hasta la fecha, cuatro especies de vertebrados, así como numerosos gasterópodos.

SAN MIGUEL DEL TAUDELL (TARRASA).—El Pontiense, que aparece profusamente en afloramientos ocluidos entre las formaciones diluviales, entre Tarrasa y Viladecaballs, ofrece un interesante yacimiento, conocido ya de muy antiguo, cerca de la ermita de San Miguel del Taudell, a unos tres kilómetros de Tarrasa. En el barranco del Taudell, por debajo de la formación cuaternaria del llano, aparecen las capas pontienses, constituídas por arcillas y margas plásticas de color vinoso, alternando con otras blanquecinas, en las cuales el trabajo erosivo ha dado lugar a curiosos conos deyectivos, en donde aparecen los restos fósiles. Se observan también, entre las margas, algunas capas poco gruesas de aluvión, en donde abundan los elementos pizarrosos con una facies muy semejante a la del yacimiento de la Plana del Castell, en Piera, como diremos más adelante. Palet y Barba y Bataller han dado a conocer su fauna, que hoy, con

los nuevos hallazgos realizados por nosotros, se eleva a las 21 especies de vertebrados.

LA TARUMBA (Viladecaballs).—El yacimiento de La Tarumba es otro de los nuevos yacimientos a que nos hemos referido más arriba y se encuentra a poco más de tres kilómetros de la ciudad de Tarrasa, en unos terreros explotados para ladrillería por la casa egarensa Sagués, Donadeu y Compañía, situados al lado de la carretera a Viladecaballs. La mencionada explotación se halla a poca distancia relativamente del yacimiento anterior, y en la margen derecha de la riera de Gayá. Las primeras noticias que tuvimos de esta localidad, fué en ocasión de una visita que hicimos al ya mencionado yacimiento de San Miguel. Después de una inspección por los terrenos circundantes a aquella localidad, observamos que los trabajadores del mencionado terreno habían descubierto unos grandes huesos largos, probablemente de *Mastodon* o de *Dinotherium*, que fueron depositados luego en la casa Sagués, de Tarrasa. Más tarde, el Rvdo. Padre Careta Sch. P., profesor de Historia Natural de las Escuelas Pías de Tarrasa, nos proporcionó un fragmento de mandíbula de un interesante carnívoro (*Felis antediluviana* Kaup) de la misma procedencia. Gracias a la amabilidad de los propietarios de la mencionada cantera, nos ha sido posible posteriormente continuar nuestras exploraciones, que han aumentado nuestra colección de vertebrados de este nuevo yacimiento. El terrero de La Tarumba está formado por potentes bancos de margas compactas, con las que alternan algunas capas de arenas y conglomerados. Las especies fósiles han aparecido en dos niveles distintos, ambos, sin embargo, pertenecientes al Pontiense; unos se hallan dentro de unas margas verdosas y nodulosas (nódulos calizos), situadas en

la parte alta de la formación y los otros se extraen de unas capas de arcillas compactas de color marrón que forman los potentes depósitos de la base del terreno.

Por las cercanías de este nuevo yacimiento, inspeccionando los terrenos que circundan la población de Viladecaballs, hemos encontrado diversos restos de vertebrados en lugares distintos: *Hipparion* en dos de ellos, en otro, *Testudo* y huesos de cérvidos, y en otro, el roedor *Steneoerber Jaegeri* Kaup. En cuanto al yacimiento de La Tarumba, propiamente dicho, nos ha proporcionado, hasta la fecha, ocho especies de vertebrados.

TARRASA (Bóvila Sagués, Donadeu y Cía.).—El Mioceno continental aflora al lado del Cuaternario en la parte Sur y occidental de la población de Tarrasa. En la bóvila indicada, se han hallado en diversas ocasiones algunas interesantes especies de vertebrados que fueron dados a conocer por el Dr. Bataller [25] y el Rvdo. Padre Solá, de las Escuelas Pías de Tarrasa [26]. También han aparecido restos de mamíferos en algunas otras localidades cercanas a la industrial ciudad: Fuente de la Cogullada, Can Aurell, etc. De la bóvila en cuestión se conocen, en la actualidad, cuatro especies de vertebrados.

CALDAS DE MONTBUY.—En los alrededores de esta villa han aparecido en alguna ocasión restos interesantes de mamíferos que han dado a conocer el Dr. J. R. Bataller, en una comunicación verbal a la «Institució Catalana d'Història Natural», de Barcelona, y el Dr. Solé Sabaris en una nota paleontológica [27]. Hasta el presente sólo se conocen dos especies de esta localidad, que ha sido poco explorada todavía.

Panadés

PIERA (Plana del Castell).—En los terrenos circundantes a la población de Piera se han hecho, en diversas ocasiones, algunos notables hallazgos paleontológicos, cuyo conjunto ha demostrado la edad pontiense de los estratos fosilíferos. El Dr. Bataller ha hecho conocer esta fauna en algunos de sus numerosos trabajos científicos. También nosotros hemos explorado esta localidad con buenos resultados, con el hallazgo, entre otras, de una especie inédita. El lugar que ha suministrado más restos fósiles, dentro de la pobreza relativa de estas capas, ha sido la Plana del Castell, en donde aflora el Mioceno continental en forma de margas finas vinosas que alternan con capas tenues de detritus con elementos pizarrosos. La formación reaparece más allá del llano cuaternario de Piera, en unos prolijos barrancos situados al Norte de la población, en donde no hemos hallado restos fósiles. La composición litológica es análoga, como ya hemos dicho, a la del yacimiento de San Miguel del Taudell, en el Vallés.

El yacimiento de Piera ha proporcionado, hasta el presente, nueve especies de vertebrados.

III.—La fauna

Antes de pasar al estudio y descripción de los Insectívoros y Carnívoros fósiles, que es, al fin y al cabo, el objeto específico de nuestra monografía, haremos unas sumarias consideraciones acerca de la fauna general de mamíferos de los yacimientos del Mioceno continental de la comarca.

Para no hacer excesivamente prolijo el presente trabajo, ya de por sí muy extenso por el gran número de especies

que se describen, no damos las listas completas de cada uno de los yacimientos más arriba reseñados, en primer lugar porque falta determinar algunas especies con toda exactitud y, en segundo término, porque ya fueron publicadas expresamente en nuestro citado opúsculo de resumen [24]. Hemos empezado por la descripción de los Insectívoros y Carnívoros; las demás especies de los otros órdenes de mamíferos no han sido estudiadas aún con todo detalle, lo cual es posible que haga aumentar su número. Nuestro proyecto es ir dando a conocer la fauna general de los yacimientos estudiándola por órdenes; ya en la actualidad hemos comenzado la clasificación de las especies del grupo de los Perisodáctilos. Más adelante describiremos los Cérvidos y Suidos, los Proboscídeos y los Simios. Poseemos muchos restos de Reptiles, algunos de los cuales están ya determinados, pero queda un gran número de los mismos para establecer definitivamente; existen en nuestras colecciones gran cantidad de placas dérmicas y de mandíbulas, que pertenecen a gran variedad de géneros y especies, así como muchos huesos de Aves, cuya clasificación requiere mucha labor. De otro lado, los Gasterópodos de agua dulce son numerosísimos en todos los yacimientos, principalmente en el de Hostalets de Pierola, y su clasificación está todavía por esbozar.

Nuestras exploraciones han sido extraordinariamente fructíferas, sobre todo por lo que hace referencia a los yacimientos vindobonienses. En el trabajo de 1928, el Dr. Bataller, sólo cita el de San Quírico, con un total de 14 especies; hoy, esta localidad ostenta 38 especies, sin las que faltan determinar todavía. El yacimiento de Hostalets suma, como ya hemos dicho, 53 especies bien definidas, diversas de las cuales eran ya conocidas del Dr. Bataller, que las tenía inéditas.

Es interesante decir algo sobre los restos de Roedores que en ambos yacimientos, aparte de algunos ejemplares pontienses, han sido sumamente abundantes, en contraste con los demás yacimientos españoles de la época. A nuestro querido maestro, que se ha especializado en su estudio, le hemos entregado los ejemplares de este orden para un estudio que tiene en la actualidad en vías de definitiva redacción.

* * *

Los ejemplares procedentes de nuestras campañas explorativas en la comarca se hallan, en su mayor parte, en la Colección Paleontológica Miocénica del Museo de Sabadell, cedidos por el segundo firmante de este trabajo; otro buen número de restos se halla en la Colección Villalta y en la del Sr. Montada, que son las más importantes en este aspecto. Las especies conocidas del Dr. Bataller forman parte de la Colección del Sr. Guerin, de Barcelona, y de la del Seminario Conciliar de Barcelona. Asimismo, algunos de los ejemplares descritos por nosotros, aunque en pequeño número, pertenecen a las colecciones particulares de los Sres. Thomas, de Barcelona, y Andrés, de Sabadell, ya citado. Este último ha cedido también al mencionado Museo de Sabadell diversos ejemplares hallados por él (entre ellos las series dentarias magníficas de la nueva variedad del *Albanosmilus Jourdani* Filhol, de San Quírico) y ha colaborado muy eficazmente en la organización e instalación de la Sala especializada en mamíferos del Mioceno. Esta colección, reseñada en 1935 en el Boletín de Reseñas científicas de la Real Sociedad Española de Historia Natural, de Madrid, por Crusafont [28], contenía en aquellas fechas sólo ocho especies entre pontienses y vindobo-

nienses. Hoy con las nuevas aportaciones más arriba mencionadas, procedentes de nuestra campaña de los últimos años, conserva un conjunto valiosísimo y numeroso instalado en una Sala muy bien acondicionada, que contiene 95 de las 107 especies que forman el total de los mamíferos hallados por nosotros. Con motivo de su inauguración oficial en agosto del pasado año, fué publicada una descripción sumaria de las especies en ella expuestas [29].

IV.—La brecha de Hostalets de Pierola

A principios del año 1941, en una de nuestras frecuentes exploraciones por el yacimiento de Hostalets de Pierola descubrimos, en las cercanías de Can Mata de la Garriga, una brecha osífera de gran interés paleontológico, cuya excavación, hoy todavía incompleta y momentáneamente abandonada por las dificultades que presenta su estado actual, requirió diversas sesiones. La mayor parte de las especies de Carnívoros de aquel yacimiento, descritas en el presente trabajo, y cuyo estado de conservación es magnífico, sobre todo los cráneos de *Laphyctis* e *Ictitherium*, proceden de la mencionada brecha. Asimismo aparecieron gran número de ciervos: *Palaeomerix*, *Dicroceras* y, sobre todo, centenares de restos de *Micromeryx flourensianus* Lartet, así como algunos Suidos, Roedores e Insectívoros.

Con motivo del hallazgo, en unas de las primeras sesiones, de la nueva especie de *Ictitherium* que describimos más adelante y cuyas afinidades con el *I. hipparionum* Gaudry, del Pontiense, eran bastante patentes, tuvimos algunas dudas respecto de la edad exacta del nivel fosilífero indicado, aunque su situación por debajo de unas capas mucho más altas, con *Listriodon*, pareciesen hablar de su

localización en el Vindoboniense. Las sucesivas excavaciones vinieron a aclarar esta duda, pues sacaron a luz una fauna típica de este nivel, constituida por las siguientes especies:

Listriodon splendens V. Meyer.

Hyotherium simorrense Lartet.

Sus palaeochoerus Kaup.

Micromeryx flourensianus Lartet.

Dicroceras elegans Lartet.

» *furcatus* Hensel.

Palaeomerix n. sp.

Laphyctis mustelinus Viret.

Ictitherium Montadai n. sp.

Pseudaelurus quadridentatus Blainville.

Albanosmilus Jourdani Filhol.

Erinaceus sp.

Talpa (?) *minuta* Blainville.

Prolagus oenningensis V. Meyer.

» sp.

Cricetodon sp.

V.—La fauna de Insectívoros y Carnívoros

Las siete especies de Insectívoros descritas a continuación son nuevas para la fauna miocénica española y peninsular. En el trabajo de 1924, el Dr. Bataller citaba de San Quirico los géneros *Talpa*, *Sorex* y *Erinaceus* que luego, no obstante, no fueron incluidos en su estudio de revisión del año 1928. Aparte del *Erinaceus*, eran los restos de la Colección Guerin, de Barcelona, que ahora se incluyen en el presente trabajo. Teniendo en cuenta la relativa escasez

de tiempo dedicado hasta la fecha a nuestra campaña explorativa y el hecho de ser ya de suyo poco abundante dicha fáunula en nuestros yacimientos, el conjunto de restos que de ella poseemos es bastante notable: 13 fragmentos de mandíbulas o maxilares, ocho piezas dentarias sueltas y 17 húmeros entre enteros y fraccionados. El máximo interés de los ejemplares descritos, consiste en ser las únicas especies definidas de Insectívoros de la fauna miocénica española.

De las 20 especies de Carnívoros descritas a continuación, sólo eran conocidas antes del presente trabajo las tres siguientes: *Metarctos Batalleri* Viret, del Pontienne del subsuelo de Sabadell (de la Col. Guerin), clasificado y descrito por Viret; *Hyaenictis graeca* Gaudry, del Pontienne de San Miguel del Taudell, y *Herpestes crassus* Filhol, de Piera, citadas ambas por Bataller. Todas las demás especies son nuevas para España y también para la Península, con la excepción del *Pseudaelurus transitorius* Depéret, la especie tipo del *Albanosmilus Jourdani* Filhol, y el *Pseudaelurus quadridentatus* Blainville, citadas de Portugal, las dos primeras por Roman y la última por Zbyszewsky (ops. cit.). En cuanto a las especies vindobonienses, que en el presente trabajo se elevan a 16, son las únicas halladas en toda España de este piso, con excepción del *Trochytis toxodon* Lartet, de Palencia, descrito por el Dr. Eduardo Hernández-Pacheco (op. cit.). Describimos un género, tres especies y una variedad nuevas para la fauna fósil vindoboniense.

Damos a continuación la lista de las especies de estos dos órdenes, que seguidamente serán objeto de descripción. Su distribución por yacimientos será indicada en cada una de ellas:

INSECTÍVOROS

Vindoboniense

- Talpa (?) minuta* Blainville.
Proscapanus sansaniensis Lartet.
Sorex pusillus V. Meyer, raza *grivensis* Depéret.
Crocidura Schlosseri Roger.
Plesiodimylus Chantrei Gaillard.
Galerix exilis Blainville.
Pseudogalerix Stehlini Gaillard.
Erinaceus sp.

Pontiense

No hemos encontrado, hasta el presente, ningún resto de Insectívoro en este piso.

CARNÍVOROS

Vindoboniense

- Martes Munki* Roger.
Mustela delphinensis Depéret.
Laphyctis mustelinus Viret.
Palaeomeles (nov. gen.) *Pachecoi* n. sp.
Plesictis sp.
Viverra sansaniensis Lartet.
Herpestes (Leptoplesictis) aurelianensis Schlosser.
 » cf. *dissimilis* Mayet.
 » cf. *crassus* Filhol.
Ictitherium Montadai n. sp.
 » sp.
Pseudaelurus quadridentatus Blainville.

Pseudaelurus transitorius Depéret.

» *Marini* n. sp.

Albanosmilus Jourdani Filhol.

» » » var. *Andresi* var. nova.

Pontiense

Metarctos Batalleri Viret.

Herpestes cf. *crassus* Filhol.

Ictitherium Orbigny Gaudry.

» *robustum* Gaudry.

» *hipparionum* Gaudry.

Hyaenictis graeca Gaudry.

Felis antediluviana Kaup.

I

INSECTÍVORA

VINDOBONIENSE

Familia Talpidae

La familia de los *Talpidae*, segunda del suborden *Dilambdodonta*, se relaciona filogenéticamente con los Sorícidos. Ya desde Linné se señalan afinidades entre los topos y las musarañas, los cuales parecen derivar de un tronco común, diferenciándose luego los primeros hacia un régimen excavador, mientras que las musarañas tendieron a una especialización molar muy característica.

Los primeros representantes de los *Talpidae* o topos propiamente dichos, aparecen en el mundo viviente durante el Eoceno (géneros *Desmana* y *Amphidozotherium* de Europa, así como *Nyctitherium*, *Entomacodon*, *Myolestes* y *Entomolestes* de América del Norte). En el Oligoceno europeo se encuentran: *Geotrypus* y los primeros representantes del género *Talpa*, aunque Zittel [30] no admite la aparición de este género hasta el Mioceno inferior. En el Oligoceno de América se citan: *Domnina* y *Proscalops*.

En el Mioceno medio europeo existen los géneros *Talpa*, *Proscapanus* y *Scaptonix*, de los cuales hemos encontrado abundantes restos de los dos primeros en los yacimientos del Vallés-Panadés. Las especies vindobonienses

actualmente conocidas son: *Talpa telluris* Pomel; *Talpa* (?) *minuta* Blainville, *Proscapanus sansaniensis* Lartet, *Scaptonix Edwardsi* Gaillard, y *Scaptonix* (?) *dolicochir* Gaillard.

En la actualidad se encuentran aún vivientes los géneros *Talpa* y *Scaptonix*, entre los 17 géneros actuales de la familia de los *Talpidae*, los cuales se encuentran repartidos en cinco subfamilias.

ESPECIES DESCRITAS:

Talpa (?) *minuta* Blainville.

Proscapanus sansaniensis Lartet.

***Talpa* (?) *minuta* Blainville**

(Texto: figs. 4 y 5.—Lám. I: figs. 1 y 1 a, 2, 3 y 3 a, 4 y 4 bis)

Blainville: Osteographie, Insectivores, pág. 97, lám. XI. 1839-64.

Gervais: Zool. et Paleont. franç., pág. 58. 1859.

Lydekker: Catalogue of fossil., pág. 15. 1885-87.

Schlosser: Die Affen, Lemuren, etc., pág. 134. 1887.

Filhol: Mammifères de Sansan, pág. 34. 1894.

Trouessart: Catal. mammal., fasc. I, pág. 207. 1897.

Gaillard: Mammifères miocen. de la Grive St. Alban, págs. 27-28, fig. 17. 1899.

PIEZAS DESCRITAS:

7 húmeros y 5 fragmentos (9 ejemplares de la Col. Crusafont, Museo de Sabadell, uno de la Col. Villalta, otro Col. Thomas y otro Col. Guerin).

1 húmero de la brecha de Hostalets (Col. Crusafont, Museo de Sabadell).

Esta pequeña especie fué provisionalmente atribuída por de Blainville al género *Talpa*, por no haberse encontrado aún pieza alguna dentaria. Este autor describió la especie a base de un húmero encontrado en Sansan, y cuyos caracteres eran los siguientes: «Húmero más de la mitad

más pequeño que de la *Talpa* de Europa, proporcionalmente menos corto y, por consiguiente, menos ancho, menos robusto, lo cual indica una menor adaptación al régimen excavador».

Cuatro de los ejemplares de la Col. Crusafont y los de las Col. Villalta, Thomas y Guerin, singularmente este último, son los restos mejor conservados y más completos. Sus caracteres coinciden exactamente con la descripción y figuras de Gaillard (op. cit.). La longitud de uno de ellos (11 mm.) es ligeramente mayor que la máxima de los ejemplares de la Grive, dada por aquel paleontólogo, y que es de 10,5 mm., aunque no llega ni con mucho a la longitud de los húmeros de los *Proscapanus*, que es como mínimo de 14 mm., medida que es precisamente la del húmero de *P. sansaniensis* Lartet, que describiremos después. En uno de nuestros húmeros se aprecia perfectamente la posición —característica de esta especie—del cuadrilátero superior del hueso, mostrando la diferencia con el de *P. sansaniensis*, tal como indica el referido autor.



Fig. 4. — *Talpa* (?) *minuta* Blainville.
Húmero (tam. 3/1). Col. Villalta.
Hostalets de Pierola



Fig. 5. — *Talpa* (?) *minuta* Blainville.
Húmero (tam. 3/1). Col. Crusafont. Mu-
seo de Sabadell. San Quirico

El húmero descrito por Schlosser como perteneciente a esta especie, tiene 9 mm. de longitud (op. cit., fig. 16), pero la figura concuerda poco con la estructura de nuestros

ejemplares y con los croquis de Gaillard. El húmero de Sansan descrito por H. Filhol tiene 8,7 mm., por lo que se ve que el tamaño de este hueso, dentro de la especie, varía dentro de ciertos límites. El mismo autor concreta las diferencias—ya aducidas en cuanto al tamaño por Blainville y Lartet—entre la *Talpa (?) minuta* y la *Talpa vulgaris*, señalando la ausencia de espinas óseas en el húmero de la especie fósil.

Esta especie es abundante en los yacimientos del Mioceno medio de Europa: Grive St. Alban, Sansan, Steinheim, Reinsburg, Häder, etc.

YACIMIENTOS:

5 húmeros de Hostalets de Pierola.

8 húmeros de San Quirico.

Proscapanus sansaniensis Lartet.

(Texto: fig. 6.—Lám. I: figs. 5 y 5 a, 6, 7, 8 y 8 a)

Talpa sansaniensis.—Lartet: Notice sur la colline de Sansan, pág. 14. 1851.

Filhol: Mammifères de Sansan, pág. 31. 1891.

Talpa vulgaris.—Blainville: Osteographie, pág. 96-97, lám. II. 1839-64.

Talpa telluris.—Gervais: Zool. et Paleont. franç., pág. 58. 1859.

Gaudry: Les enchainements du monde animal, pág. 204, figura 271. 1878.

Schlosser: Die Affen, Lemuren, etc., pág. 134, lám. IV, figura 14. 1887.

Lydekker: Catalogue of the fossil mamm., pág. 15. 1885.

Depéret: Vertébrés miocén. Arch. du Mus. de Lyon, T. IV, pág. 148, lám. XIII, fig. 13 (non fig. 12) 1886 y T. V, página 44. 1892.

Trouessart: Cat. mammalium, fasc. I, pág. 207. 1897.

Proscapanus sansaniensis.—Gaillard: Arch. du Mus. de Lyon, T. VII, 1899.

Hurzeller: Fauna de mamíferos del Vindoboniense sup. del NO. de Suiza (Comp. rend. de la Société Paleontol. Suisse). Bâle. 1939.

PIEZAS DESCRITAS:

5 húmeros (4 ejemplares de la Col. Crusafont, Museo de Sabadell y uno de la Col. Thomas).

Para esta especie, de la cual fué encontrado en la Grive un maxilar sin dientes, pero con los alvéolos visibles y una mandíbula derecha, creó Gaillard el género *Proscapanus*, por considerar a este topo, vistos sus caracteres, como un antecesor de los *Scapanus* americanos vivientes. Había sido atribuído erróneamente por Pomel a la especie *Talpa telluris*.

Uno de los húmeros estudiados por nosotros está bastante bien conservado y lo atribuimos con los demás a esta especie, no obstante no haber podido encontrar hasta ahora ningún ejemplar completo. Esta pieza parece tener unos 17 milímetros de longitud, medida coincidente con las dadas por Gaillard.

El húmero que describimos se parece mucho al de la *Talpa* europea, siendo sus dimensiones aproximadamente las mismas, con la diferencia de ser el nuestro ligeramente más alargado. Los otros restos que atribuimos a esta especie parecen coincidir en tamaño con el anterior, pero se encuentran en bastante mal estado y son muy fragmentados.

El *Proscapanus sansaniensis* Lartet, es abundante en Sansan y la Grive, y corresponde a la *Talpa sansaniensis* de Lartet, procedente de Sansan. El nombre específico fué creado por este paleontólogo al refutar la tesis de Blainville, que la había identificado con la *Talpa* viviente en Europa y señaló las notables diferencias existentes en



Fig. 6. — *Proscapanus sansaniensis* Lartet. Fragmento de húmero (tam. 3/1). Colección Crusafont, Museo de Sabadell. San Quirico

tre ambos topos. Más tarde, Filhol insinuó ya sus dudas respecto a que la especie de Sansan fuese atribuible al mencionado género, hasta que Gaillard, como ya hemos dicho, estableció el nuevo género y le dió el nombre específico propuesto por Lartet.

Hurzeller ha encontrado restos del género *Proscapanus* en el NO. de Suiza, de los cuales unos (Anwill) parecen ser atribuibles a la especie de Sansan, mientras que otros (Zeglingen) presentan algunas diferencias que podrían caracterizar una especie distinta.

YACIMIENTO:

San Quírico.

Familia Soricidae

Ya hemos hecho referencia de la vecindad de los Sorícidos (musarañas) con los topos que constituyen la familia anterior. La característica esencial de esta familia (vid. Cabrera [31]) es la reducción del número de incisivos inferiores, muy peculiar y modificada. Es posible que existiesen antecesores comunes a estas dos familias, que luego se diferenciaron a través de sus phyllum. Los grados de diferenciación parecen haber sido lentos y, en algunos casos, no completos. Gaillard cita un nuevo género *Heterosorex*, que es una musaraña con caracteres de topo [32]. Por otra parte, el Tálpido viviente en el Tíbet *Uropsillus soricipes* Milne-Edwards, tiene caracteres comunes con las musarañas.

Los Sorícidos presentan el primer molar más largo que los otros dos; el último, sobre todo, está bastante reducido, de ahí el hecho de haber relacionado algunos autores estos insectívoros con los *Dimylidae*. De todos modos, hoy esta hipótesis está perfectamente refutada.

Los Sorícidos propiamente dichos aparecen en el Oligoceno y pertenecen al género *Sorex* los restos encontrados en Europa y a *Protosorex* los procedentes de América del Norte. El primero se extiende a través de los pisos geológicos hasta la actualidad; el segundo, en cambio, se extingue. En el Mioceno medio, además, aparecen los géneros *Crocidura*, *Heterosorex* y *Crossopus*. En el Pleistoceno surgen *Neomys* y *Blarina*.

Del Mioceno medio se conocen las siguientes especies europeas: *Sorex pusillus* v. Meyer, raza *grivensis* Depéret, *Sorex sansaniensis* (?) Lartet, *Sorex prevostianus* (?) Lartet, *Sorex desnoyersianus* (?) Lartet, *Sorex styriacus* Hoffmann, *Heterosorex delphinensis* Gaillard, y *Crocidura* (*Sorex*) *Schlosseri* Roger, de las cuales hemos encontrado la primera y la última en nuestros yacimientos.

Los Sorícidos, en la actualidad, comprenden numerosas familias y se encuentran aún 25 géneros vivientes, lo que da idea de su persistencia a través de la Historia geológica.

ESPECIES DESCRITAS:

Sorex pusillus v. Meyer, raza *grivensis* Depéret.

Crocidura (*Sorex*) *Schlosseri* Roger.

***Sorex pusillus* v. Meyer, raza *grivensis* Depéret**

Von Meyer: Neues Jahrb., pág. 473. 1846.

Schlosser: Die Affen, Lemuren, etc. Part. I, pág. 123, lám. II, figs. 45, 51, 59, 61, 69, 73 y 75. 1887.

Depéret: Mamm. Mioc. de la Grive (Arch. Mus. de Lyon, T. V, páginas 44-46, lám. I, figs. 24-25). 1892.

Gaillard: Arch. du Mus. d'Hist. Nat. de Lyon, T. VII. 1899.

PIEZAS DESCRITAS:

Serie de los tres molares inferiores izquierdos sueltos (Colección Crusafont, Museo de Sabadell).

En el yacimiento de Hostalets de Pierola, y en las cercanías de la casa de campo de Can Mata, encontramos un fragmento de mandíbula izquierda, que al ser recogida se pulverizó por la parte de la rama ósea, quedando las tres piezas dentarias sueltas. Creemos poder atribuir este resto a la raza *grivensis* Depéret, del *Sorex pusillus* v. Meyer, por coincidir en sus caracteres con las descripciones del paleontólogo francés, aunque la falta del último premolar no nos permite apreciar la diferencia de tamaño que justifica el establecimiento de la variedad descrita por Depéret. Como en las piezas reportadas por éste, el tamaño de la serie molar es de 4 mms. de longitud, quizás algo menor.

Los tres molares presentan la forma de dos medias lunas, cuya concavidad mira hacia el exterior de la mandíbula, mostrando cada uno de ellos cinco puntas, de las cuales tres son externas y las otras dos internas. El tamaño, cosa característica de los Sorícidos, disminuye del primero al último molar y, además, hemos podido observar que esta reducción se realiza con mayor detrimento de la segunda media luna que de la primera, adquiriendo así el último molar una forma casi triangular.

Es éste el único resto atribuible a esta especie que hemos encontrado en los yacimientos de la comarca, de manera que no nos es posible dar características de las demás piezas inferiores.

El *Sorex pusillus* de la Grive, algo mayor que el tipo de Wiesenau descrito por v. Meyer, es un Sorícido de los de menor talla, cuyas dimensiones son casi menores que las más pequeñas especies de *Sorex* (*etruscus* y *pygmæus*). Esta especie—según las descripciones de Gaillard después de nuevos hallazgos en la Grive, maxilares y húmeros—se asemeja a la musaraña «carrelet» (*Sorex vulgaris*) viviente en Europa, de la cual se diferencia únicamente por el P su-

perior, más corto en la especie fósil. Esta semejanza la aducía también von Meyer en la descripción de la especie tipo de Wiesenau.

Señálase también por Depéret el paralelismo de la especie de la Grive con el *Sorex neumayrianus* de Wiesenau y Eckingen, descrito por Schlosser en la obra citada, pero en esta última, que es además más arcaica, existe una fosa maseteriana profunda muy característica.

Esta especie no puede confundirse con *Crocidura* (*Trimylus*) *Schlosseri* Roger, que describimos inmediatamente, pues sus características generales son muy diferentes, como podrá apreciarse. Además, el tamaño de esta última especie es mucho mayor.

Por esta misma característica de las dimensiones, se diferencia perfectamente del *Heterosorex delphinensis* Gaillard, descrito por este autor en 1915.

YACIMIENTO:

Hostalets de Pierola.

***Crocidura* (*Trimylus*) *Schlosseri* Roger**

(Texto: figs. 7, 8 y 9.—Lám. I: figs. 9, 9 a y 9 bis, 10, 10 a y 10 bis, 11, 11 a y 11 bis.
Lám. II: figs. 1, 1 a y 1 bis, 3 y 3 a)

Trimylus Schlosseri.—Roger: Paleont. Mitth., pág. 106, lám. II, figuras 4-7. 1885.

Schlosser: Die Affen, Lemuren, etc., lám. II, figs. 64, 70 y 74. 1887.

Sorex Schlosseri.—Filhol: Etude sur les mammifères de Sansan. Ann. des Sc. Geol., pág. 30, lám. I, fig. 13. 1891.

PIEZAS DESCRITAS:

- 1 incisivo inferior izquierdo aislado, en magnífico estado (Col. Crusafont, Museo de Sabadell).
- 1 mandíbula derecha con M 1, M 2 y M 3 (Col. Crusafont, Museo de Sabadell).

- 1 mandíbula izquierda con el I, alvéolos de los P, los M 1 y M 2 enteros y parte del alvéolo del M 3 (Col. Crusafont, Museo de Sabadell).
- 1 fragmento de mandíbula derecha con el I y los alvéolos de los P y del M 1 (Col. Crusafont, Museo Sabadell).
- 1 fragmento de mandíbula derecha con el M 2 (Col. Crusafont, Museo de Sabadell).
- 1 molar inferior izquierdo suelto (Col. Guerin).

Han aparecido con bastante constancia restos de esta interesante especie en los dos yacimientos vindobonienses de la cuenca Vallés-Panadés. Hasta ahora—según nuestros conocimientos—sólo se conocían dos localidades de esta *Crocidura*: Augsburger Gegend-Reischenau y Sansan. Los primeros restos fueron dados a conocer por Roger, quien describió la especie a base de una mandíbula con sólo el I en plaza y con los alvéolos de los demás dientes de la serie. Hemos visto esta mandíbula figurada en el trabajo de Schlosser. Posteriormente, H. Filhol describió de Sansan una mandíbula con la serie dentaria casi completa, el I, alvéolo de la primera pieza de la serie y los tres M enteros. Siguiendo las descripciones de estos autores no es posible determinar si la especie en cuestión ostentaba en la mandíbula dos premolares unirradiculados o uno solo birradicado. Mientras nuevos restos—que son de esperar, vista la abundancia de esta especie en nuestros terrenos—no esclarezcan esta duda, aceptamos la fórmula dentaria inferior tal como la propone Roger, es decir, 1. 0. 2. 3., pues nuestros ejemplares no permiten inclinarse en favor de una u otra opinión, por no tener más que alvéolos o restos incompletos de las mencionadas piezas.

La *Crocidura (Trimylus) Schlosseri*, es un Sorícido de gran talla, como el nuevo *Heterosorex delphinensis* Gail-

lard, descrito no hace muchos años por este autor. De todas maneras, el I, que es perfectamente liso en *C. Schlosseri*, es en cambio dentado, como en los *Sorex*, en la especie de Gaillard (1). El *Sorex pusillus* v. Meyer, raza *grivensis* Depéret, descrito más arriba, es de una talla bastante menor.

Las estrías longitudinales que se observan en el I, según hace resaltar Schlosser, y que se aprecian bastante en uno de nuestros ejemplares, hacen incluir esta especie dentro del género *Crocidura*, pues los *Sorex* presentan en dicha pieza púas bien distintas. Además también se observan analogías con los *Crocidura* vivientes. Dicho autor refuta categóricamente



Fig. 7.—*Crocidura Schlosseri* Roger.—Fragmento de mandíbula derecha con M 1, M 2 y M 3 (tamaño 3/1).—a. Cara externa. b. Cara interna. Col. Crusafont, Museo de Sabadell. San Quirico

el parentesco aducido por Roger con los *Dimylidae*, basándose en la tendencia a la reducción molar.

A continuación describimos los caracteres de las piezas dentarias inferiores, entresacadas de todos los restos que hemos encontrado en nuestras capas:

El I es muy fuerte y mide un centímetro de longitud, incluyendo la raíz, siendo la longitud correspondiente al esmalte, por su cara externa, 7 milímetros, terminando éste con un reborde que abraza el extremo final de la mandíbula.

(1) Ya redactadas estas líneas hemos recibido una carta del doctor Viret, de Lyon, quien opina con respecto a esta especie lo siguiente: primero, la identidad de *Heterosorex delphinensis* Gaillard con *Crocidura Schlosseri* Roger, y, segundo, la gran analogía de la primera con *Sorex sansaniensis* Lartet. De ello se deduciría que, demostrada la identidad de estas tres especies, y siguiendo las leyes de prioridad, debería substituirse el nombre de *Crocidura Schlosseri* Roger por *Heterosorex sansaniensis* Lartet.

la. Por su cara interna presenta una profunda escotadura, en donde encaja una punta formada por la parte anterior interna de la mandíbula, cosa que se aprecia perfectamente también en las figuras de Schlosser y de Filhol. Su borde superior es cóncavo, ensanchándose de la punta a la base, siendo su superficie llana y ancha, es decir, no cortante. Dicha pieza coincide en forma y tamaño con las mencionadas figuras de Schlosser. El I descrito por Filhol tiene una longitud de esmalte algo menor: 6,5 milímetros.

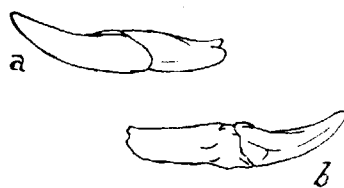


Fig. 8. — *Crocidura Schlosseri* Roger. — Incisivo (tam. 3/1). — a. Cara externa. — b. Cara interna. — Col. Crusafont, Museo de Sabadell. San Quírico

El tamaño de los molares disminuye muy notablemente de delante hacia atrás, siendo el primero proporcionalmente más fuerte. La longitud total de la serie molar es de 5,5 milímetros, de los cuales corresponden aproximadamente: al M 1, 2,4 mms.; al

M 2, 1,9 mms., y, al M 3, 1,2 milímetros. Anchura del M 1 casi 2 mm.; el último molar menos de un milímetro. Constata de dos crestas transversales y un talón colocado en su porción anterior.

La primera cresta tiene la punta externa alta y fuerte, unida con la punta interna, también más robusta que las de la segunda

cresta, por una loma cóncava. La segunda cresta, más ancha que la anterior, tiene sus puntas, externa e interna, más bajas que las de la primera. El talón, situado en su

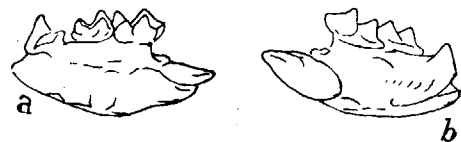


Fig. 9. — *Crocidura Schlosseri* Roger. — Fragmento de mandíbula izquierda con M 1 y M 2 (tam. 3/1). — a. Cara interna. — b. Cara externa. — Col. Crusafont, Museo de Sabadell. Hostalet de Pierola

parte anterior y casi en las $3/4$ partes de la longitud de la primera cresta—o sea, no en el borde interno—, se une directamente a la punta externa de la primera cresta. Los molares, pues, tienen la forma de W, correspondiendo los vértices a la cara externa. El segundo M tiene la misma forma que el primero, aunque es bastante menos fuerte, y el tercero sigue con la misma estructura; no obstante, la cresta posterior está muy reducida, lo que da a este molar una forma casi reniforme.

Las dimensiones que da Schlosser son algo menores que las de nuestros ejemplares (longitud de la serie molar: 4,5 mm.; íd. del M 1: 1,6 mm.). Las de Filhol, en cambio, son mayores (longitud de la serie molar: 6 mm.).

YACIMIENTOS:

Los ejemplares tercero y cuarto de la lista: Hostalet de Pierola.

Los demás: San Quírico.

Familia Dimylidae

Los *Dimylidae* se caracterizan por una reducción molar muy peculiar. Tiene sólo dos M en cada serie superior e inferior, lo que les distingue de todos los demás Insectívoros fósiles y vivientes. Debían formar una familia de común origen con los *Erinaceidae* (erizos), de los cuales son muy afines. Estos últimos están ya bastante evolucionados en cuanto a la dentición, cuyas características son: molares superiores enormes, cuadrítuberculados y con tendencia a la reducción del M 3. El mayor exceso de especialización de los *Dimylidae*, evidenciada en el género *Plesiodimylus* y aun más en el *Metacordylodon*, perteneciente este último

a la subfamilia de los *Cordylodinae* (con $\frac{2M}{2M}$ y, asimismo, reducción de los P), hizo extinguirlos en pleno Mioceno.

Los primeros restos de esta interesante familia fósil aparecen en el Oligoceno de Europa central (en el Aquitaniense de Alemania), en donde está representada por tres especies: *Dimylus paradoxus* v. Meyer, *Cordylodon haslachensis* v. Meyer y otra forma inédita, más vecina de *Cordylodon* que de *Dimylus*, según Sthelin. En Francia no aparecen hasta el Mioceno medio, en el Siderolítico de la Grive Saint-Alban, con dos especies, una de los *Dimylinae*, el *Plesiodimylus Chantrei* Gaillard y otra de los *Cordylodinae*, el *Metacordylodon Schlosseri* Andreae.

En nuestros terrenos se señala la presencia de la primera de dichas especies, sin que se hayan encontrado hasta ahora restos de la subfamilia de los Cordilodínidos.

ESPECIE DESCRITA:

Plesiodimylus Chantrei Gaillard.

***Plesiodimylus Chantrei* Gaillard**

(Texto: figs. 10 y 11.—Lám. II: figs. 4, 4 a y 4 bis, 5, 5 a y 5 bis)

Dimylus paradoxus.—Depéret: Arch. du Museum d'Hist. Nat. de Lyon, vol. V, pág. 45. lám. II, figs. 10-11. 1892.

Trouessart: Cat. mammal., fasc. 1, pág. 179. 1877.

Plesiodimylus Chantrei.—Gaillard: Arch. du Mus. de Lyon, vol. VII. Mam. mioc. de la Grive Saint-Alban, págs. 33-34, figuras 21-23. 1899.

PIEZAS DESCRITAS:

1 fragmento de mandíbula derecha con los dos molares (Col. Crusafont, Museo de Sabadell).

1 fragmento de mandíbula izquierda con los dos molares (Col. Villalta).

«Los molares tienen forma alargada de delante hacia atrás, su corona se compone de cinco tubérculos, de los cuales cuatro están reunidos dos a dos por crestas transversales cortantes y paralelas. El quinto tubérculo está situado por delante y en su cara interna; es más bajo y está unido a la cresta transversal anterior por una cresta encorvada que va del ángulo anterior interno a la cara externa del diente. Visto por encima, el primer molar es de forma un poco triangular. La cresta transversal anterior es más alta, pero menos ancha que la transversal posterior. El M 2, de forma reniforme, tiene la misma anchura que el primero, siendo la cresta anterior, por el contrario, más ancha que la posterior. Ambos molares presentan por el lado externo un fuerte reborde basal».

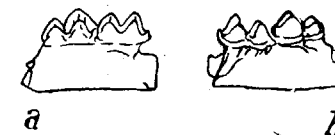


Fig. 10.—*Plesiodimylus Chantrei* Gaillard.—Fragmento de mandíbula izquierda con M 1 y M 2 (tam. 3/1).—a. Cara interna.—b. Cara externa.—Col. Villalta. San Quirico.

Los molares de nuestros ejemplares coinciden exactamente con esta descripción de Gaillard, siendo de notar, no obstante, que el reborde basal, sobre todo en el M 1, presenta, sobre las colinas anterior y posterior una pequeña



Fig. 11.—*Plesiodimylus Chantrei* Gaillard.—Fragmento de mandíbula derecha con M 1 y M 2 (tam. 3/1).—a. Cara interna.—b. Cara externa.—Col. Crusafont. Museo de Sabadell. San Quirico.

sinuosidad. La longitud total de ambos molares es de 4,5 milímetros, es decir, ligeramente mayor que la de los de la Grive, que es de 4 milímetros. La anchura del M 1 es de 1,2 milímetros, su longitud de 2,2.

Las mandíbulas presentan sobre su cara externa y debajo del M 1, muy junto a éste, una pequeña escotadura o depresión.

Desde la descripción del tipo de la Grive por Gaillard, sabemos haber sido encontrados un molar superior y otro inferior en el NO. de Suiza, que fueron descritos por Hürzeler en el ya citado trabajo de este paleontólogo. El hallazgo de este género en San Quirico es muy interesante y prueba, una vez más, el paralelismo entre las faunas de este nuestro yacimiento y de su sincrónico de la Grive Saint-Alban.

Gaillard presenta el género *Plesiodimylus* como de un estadio más avanzado en la dentición que los *Cordylodon* y los *Dimylus*. El segundo molar, que es cuadrangular en *Dimylus paradoxus*, no es más que triangular en el género *Plesiodimylus* y además el primer molar está más desarrollado, con referencia a los demás dientes, de lo que sucede en los dos géneros indicados. La dentición del género *Plesiodimylus* presenta además ciertas semejanzas de forma con la de los *Erinaceus*: los dos molares superiores, entre otros, se parecen al primer y segundo molar del *Erinaceus europæus*.

Para completar el paralelismo de los tres géneros mencionados de la familia, *Dimylus*, *Cordylodon* y *Plesiodimylus*, damos a continuación sus fórmulas dentarias, la de los dos primeros según Schlosser y la del tercero según Gaillard:

$$\text{Dimylus: } \frac{3}{2} I \frac{0}{1} C \frac{3}{3} P \frac{2}{2} M$$

$$\text{Cordylodon: } \frac{3}{3?} I \frac{0}{0} C \frac{4}{3} P \frac{2}{2} M \text{ ó } \frac{3}{2} I \frac{0}{1} C \frac{4}{3} P \frac{2}{2} M$$

$$\text{Plesiodimylus: } \frac{3}{2} I \frac{1}{1} C \frac{4}{3} P \frac{2}{2} M$$

El género *Metacordylodon*, conocido con posterioridad, parece marcar el máximo grado de especialización de los

Dimylidae. Según Viret [33], que ha encontrado no ha mucho la especie *Metacordylodon Schlosseri* Andreae, ya conocida de Silesia [34], en la Grive Saint-Alban, la fórmula dentaria inferior de ésta sería:

$$I . C . P 2 . P 4 . M 1 . M 2$$

Este mismo autor, para apoyar el parentesco, que hemos ya apuntado, entre los *Dimylidae* y los erizos, hace notar la sorprendente similitud entre el M 2 superior del *Plesiodimylus Chantrei* con la pieza correspondiente de un erizo americano, un poco más reciente que la especie que estamos estudiando: el *Metechinus nevadensis* Matthew.

Especie nueva para España.

LOCALIDAD:

San Quirico.

Familia Erinaceidae

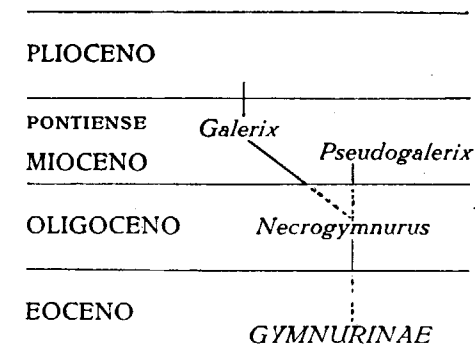
Anteriormente hemos hecho ya mención de las relaciones de similitud de los erizos con los *Dimylidae*, desaparecidos durante el Terciario por una excesiva especialización dentaria. El paralelismo de las dos familias es evidente, y según Viret se observan notables interferencias entre algunos tipos de ambas. Véase a ese respecto lo que se ha expuesto en el caso del *Plesiodimylus Chantrei* Gaillard, comparado con un erizo fósil americano más reciente. Es característica la atrofia o reducción del M 3 de los erizos, que fué completa en los *Dimylidae*, lo que les da la semejanza en la filogenética de la dentición.

En el momento de la definitiva redacción de estas líneas hemos consultado un reciente trabajo de Viret sobre algu-

nos géneros de Erinaceidos fósiles que nos ha sido amablemente enviado por el autor [35]. En él, por otra parte, se trazan las características generales de la familia en cuanto a la dentición, señalándose como trazo general, la especialización más o menos marcada de los incisivos anteriores, que trae como consecuencia la reducción morfológica de los primeros premolares, proceso llevado al grado máximo en *Metechinus*. En el mismo trabajo se perfilan de una manera concluyente las diferencias entre los géneros *Galerix* y *Pseudogalerix*, a los cuales pertenecen las dos especies halladas en nuestros yacimientos, y de ellas haremos referencia en el lugar oportuno. El segundo de estos géneros fué establecido por Gaillard en 1929, en un trabajo que el ilustre paleontólogo tuvo la gentileza de transmitirnos y en el cual, con los dos géneros antedichos, separa la familia de los *Galericidae* [36].

Los restos fósiles más antiguos de la familia de los *Erinaceidae* pertenecen al género *Necrogymnurus* y han sido hallados en el Eoceno superior y en el Oligoceno inferior de Europa. Del Oligoceno son también *Tetracus*, *Palæoerinaceus* y *Plesiosorex*, mientras que en el Mioceno europeo se hallan: *Pseudogalerix*, *Galerix*, *Plesiosorex*, *Lantanotherium*, *Palæoerinaceus* y *Erinaceus*. Durante el Terciario, los Erinaceidos pasaron a América del Norte, en donde constituyeron una familia aparte, los *Leptictidae* de molares de corona trituberculada (*Palæoictops*, *Leptictis* y *Mesodectes*).

Del mencionado trabajo de Viret entresacamos la filogénesis de los géneros *Galerix* y *Pseudogalerix* pertenecientes a la subfamilia de los *Gymnurinae*, por ser los que más interesan a nuestro actual objeto:



En la actualidad la familia de los *Erinaceidae* comprende sólo nueve géneros vivientes, repartidos en dos subfamilias.

ESPECIES DESCRITAS:

Galerix exilis Blainville.

Pseudogalerix Sthelini Gaillard.

Galerix exilis Blainville

(Texto: fig. 12.—Lám. II: figs. 6, 6 a y 6 bis)

Viverra exilis.—Blainville: Osteographie, g. *Viverra*, lámina XIII. 1839-1864.

Gervais: Zool. et Paleont. franç., p. 224, lám. XXVIII, fig. 5. 1859.

Galerix viverroides.—Pomel: Suppl. bibl. Gêneve, vol. IX, pág. 164. 1848.

Parasorex socialis.—V. Meyer: Neues Jahrb., pág. 844. 1855.

Fraas: Fauna von Steinheim. Jahrb. Wurtemberg, lám. IV, fig. 210. 1870.

Quendstedt. Petrefact., pág. 52, lám. II, figs. 23-28. 1882.

Schlosser: Die Affen, Lemuren etc., part. I, pág. 118, láminas II y IV. 1888.

Lydekker: Catalogue of the British, pág. 19. 1885.

Galerix exilis.—Filhol: Mammifères de Sansan, Ann. Sc. Geol., volumen XXI, pág. 22. 1891.

Depéret: Mammifères de la Grive Saint-Alban, Arch. Mus. de Lyon, vol. IV, lám. 13, figs. 12 y 12 a. 1887.

- Depéret: Mam. de la Grive Saint-Alban, Arch. Mus. de Lyon, vol. V, pág. 41, lám. I, figs. 22 y 23. 1892
 Trouessart: Catalog. mammalium., fasc. I, pág. 170. 1897.
 Gaillard: Arch. Mus. de Lyon, vol. VII, págs. 17-18, fig. 11. 1899.
 Gaillard: Nouv. mammif. de la Grive Saint-Alban, Ext. Bull. Soc. Nat. et Arch. de l'Aix. 17 págs. y 7 figs. 1929.
 Viret: Etude sur quelques Erinaceidés etc. Travaux du Lab. de Geol., fasc. XXXIV, págs. 30-32, lám. I, fig. 13. 1938
 Viret: Etude sur quelques Erinaceidés etc. (suite), Travaux du Lab. de Geol. Lyon, fasc. XXXIX, págs. 60-62, fig. 6. 1940.

PIEZAS DESCRITAS:

- 1 mandíbula izquierda con los alvéolos del P 1 y P 2, los P 3 y P 4 enteros y los alvéolos de los tres M (Colección Crusafont, Museo de Sabadell).
 1 molar superior indeterminable (Col. Crusafont, Museo de Sabadell).
 1 P 3 inferior izquierdo (Col. Crusafont, Museo Sabadell).
 1 M 2 inferior derecho (Col. Crusafont, Museo de Sabadell).
 1 fragmento de mandíbula derecha con el P 2 y los alvéolos del P 1 y del P 3 (Col. Crusafont, Museo de Sabadell).

Esta especie ha conocido diferentes nombres desde que fué descubierta por primera vez en Sansan. Entonces, de Blainville la atribuyó al orden de los Carnívoros con la denominación de *Viverra exilis*, rectificando más tarde Filhol, quien reconoció sus caracteres de Insectívoro y le dió el nombre de *Galerix viverroides*. Von Meyer describió el año 1865 una especie con el nombre de *Parasorex socialis*, que fué identificada por Filhol al *Galerix exilis*, por lo que este último nombre ha tenido prioridad de adopción. Gaillard, en 1929, reconoció algunas diferencias entre los diversos individuos de la Grive atribuidos hasta entonces al *G. exilis*, y del conjunto de algunos de ellos, que presentaban caracteres diferenciales muy notables con el anterior,

creó el género *Pseudogalerix*, del cual se conoce actualmente una sola especie, el *P. Sthelini* Gaillard. Según este autor, el *Galerix exilis* es una forma más arcaica que la nueva especie descrita por él, la cual muestra marcados grados de especialización dentaria. La mandíbula de mayor talla descubierta por Gaillard en la Grive, en 1899, descrita como perteneciente a esta especie, fué más tarde encasillada por el mismo paleontólogo en el lugar correspondiente al nuevo género y especie por él creados con posterioridad.

Posteriormente Viret, en el trabajo sobre Erinaceidos fósiles más arriba mencionado, ha vuelto a insistir sobre



Fig. 12.—*Galerix exilis* Blainville.—Fragmento de mandíbula izquierda con P 3 y P 4 (tam. 3/1).—a. Cara interna.—b. Cara externa.—Col. Crusafont, Museo de Sabadell. San Quirico.

las características diferenciales entre ambas especies, tan largo tiempo confundidas, aportando nuevos datos para la correcta determinación de ambas. El mismo autor reconoce la dificultad de su diferenciación en fragmentos de mandíbulas rotos por delante del primer molar, siendo fácil la confusión con materiales insuficientes, tal como le sucedió a W. Leche [37]. En la primera parte de este mismo trabajo, el erudito paleontólogo francés apunta su convicción de que el ejemplar B de la figura 3, de la citada memoria de Gaillard, pertenece no a un *Pseudogalerix* sino a un *Galerix* de gran talla o quizás a una forma nueva. Insistiremos sobre este punto al hacer la descripción del *Pseudogalerix Sthelini* de Hostalets de Pierola.

El *Galerix exilis* es uno de los Insectívoros más abun-

dantes en los yacimientos del Vindoboniense europeo, citándose de muchas localidades del Continente. Hay que constatar, no obstante, que también en otros yacimientos de Europa, muchos ejemplares antes tenidos como *Galerix* pertenecen verdaderamente al nuevo género creado por Gaillard.

Los restos del yacimiento de San Quírico son atribuibles por sus características a esta especie, o sea al *Galerix exilis*; el fragmento de mandíbula, con los P 3 y P 4 enteros, muestra el carácter típico del último premolar, con su trigónido bien marcado, diferenciándose así de la forma aguda y caniniforme de la pieza homóloga del *P. Sthelini*. La longitud de P 1 a P 4 es de 6 milímetros, idéntica a la de los ejemplares de la Grive pertenecientes a esta especie. La longitud del P 3 es de 1,8 milímetros y la del P 4 de 2,1.

Un tercer premolar inferior izquierdo, de la misma localidad, a pesar de haberse encontrado aislado, lo atribuimos por sus caracteres a esta especie. Lo mismo cabe decir de un fragmento de molar superior por haberse encontrado junto con la mandíbula a que antes hemos aludido. En cambio, debe darse como dudoso entre *Galerix exilis* y *Pseudogalerix Sthelini* un segundo molar inferior izquierdo, también encontrado suelto, por no prestarse por sí solo a una correcta determinación. Con todo, parece que hasta ahora la presente especie es exclusiva de San Quírico, mientras que en Hostalets se encuentra sustituida por el *P. Sthelini* Gaillard (1).

(1) Posteriormente a la redacción de las líneas precedentes, en nuestras más recientes exploraciones por el yacimiento de Hostalets de Pierola, hemos hallado también el *Galerix exilis* que antes parecía ser exclusivo del yacimiento vallesense. Con los caracteres típicos de la especie de Blainville, poseemos los siguientes restos:

Primitivamente, Schlosser atribuía ciertas relaciones entre las *Galerix* y los *Macroscelidae* y *Cladobates*, cuyo único representante fósil conocido hasta ahora es el género *Pseudorhynchocyon* del Eoceno del mediodía de Francia.

Especie nueva para España.

LOCALIDAD:
San Quírico.

***Pseudogalerix Sthelini* Gaillard**

(Texto: fig. 13. - Lám. II: figs. 7, 7 a y 7 bis)

Misma bibliografía que el *Galerix exilis* Blainville, por haberse confundido, hasta Gaillard, con la especie anterior.

Pseudogalerix Sthelini. - Gaillard: Nouveaux mam. dans les dépôts mioc. de la Grive Saint-Alban (Ext. du Bull. de la Soc. des Natur. et Arch. de l'Aix. 17 págs. y 7 figs.). 1929.

Viret: Etude sur quelques Erinaceidés etc. (Travaux du Lab.

I M 2 superior izquierdo suelto.

I fragmento de maxilar izquierdo con M 1 y M 2.

I fragmento de maxilar derecho con el P 3 y P 4.

Todos de la Col. Crusafont, del Museo de Sabadell.

En los dos primeros ejemplares, observamos que los molares presentan la rama posterior del trigono, deteniéndose al nivel de la cresta que procede del hipocono; éste, por lo tanto, no aparece aislado del trigono, como acontece con *Pseudogalerix*, y el paracono tiene forma de triedro, cosa característica de los molares superiores de *Galerix*. En el tercero de los mencionados ejemplares el P 3 es bastante grande en relación al P 4, en lugar de ser pequeño proporcionalmente como en *Pseudogalerix*. Además, la punta interna es bifida, tal como acontece con el género antiguo. En Hostalets de Pierola existen, pues, los dos Galerícidos de la Grive, mientras que en San Quírico sólo hemos hallado hasta ahora la especie de Blainville. Es interesante hacer constar que el tercero de los citados ejemplares de Hostalets fué recogido en unos niveles del Pontiense inferior (véanse las Conclusiones al final del presente trabajo) con *Hipparion*, *Ictitherium hipparionum* y diversos roedores.

de Geol. Lyon, fasc. XXXIV, págs. 30-32, lám. I, figura 7 a 12). 1938.

Viret: Etude sur quelques Erinaceidés etc. (suite) (Trav. du Lab. de Geol. Lyon, fasc. XXXIX, págs. 60-62, fig. 5) 1940.

PIEZAS DESCRITAS:

- 1 mandíbula izquierda con los alvéolos del I y de los premolares y completa la serie molar (Col. Crusafont, Museo de Sabadell).
1 fragmento de mandíbula derecha con el P 4 y el M 1 (Colección Crusafont, Museo de Sabadell).

Esta especie sólo se conocía hasta ahora de la Grive Saint-Alban, de Vermes, de Valentine, cerca de Saint-Gaudens, y de Viehhausen. Nosotros la hemos hallado ahora en el yacimiento de Hostalets de Pierola, estando representada por algunos restos bastante notables y típicos.

Ya dijimos que, en su trabajo de 1929, Gaillard, había creado el género y la especie por los caracteres diferenciales observados en individuos precedentemente atribuidos a la especie anterior, desemejanzas de tanta monta que justificaban una rectificación genérica y que fueron ya avizoradas por el Dr. Sthelin, de Basilea. La fórmula dentaria es la misma, o sea:

$$\frac{3}{3} I \frac{1}{1} C \frac{4}{4} P \frac{3}{3} M$$

Las indicadas diferencias afectan a casi todo el conjunto de las piezas dentarias, tanto inferiores como superiores, e incluso al aspecto de la mandíbula. En ésta, mientras que en *G. exilis* los premolares aumentan progresivamente de P 1 a P 4, en *P. Sthelini* el P 2 es mayor que el P 3 y además el P 4, tiene en esta última un aspecto caniniforme y agudo. Hay que tener en cuenta, por otra parte, la forma

del canino, fuerte y encorvado hacia atrás, como de un pequeño carnívoro en *P. Sthelini*, en contraste con la pieza homóloga débil del *G. exilis*, tal como hace notar Gaillard e insiste reiteradamente Viret. Este canino se asemeja al de *Lantanoherium*, según indican Viret y la señorita Seemann [38], que es también un género más evolucionado dentro de los *Gymnurinae*. La serie molar ofrece una desproporción mayor en el sentido del decrecimiento en la nueva especie que en la arcaica, en donde la disminución de tamaño es menos súbita. Por otra parte, el P 1, que es uniradiculado en la especie que nos ocupa es, en cambio, biradiculado en *G. exilis*.



Fig. 13. — *Pseudogalerix Sthelini* Gaillard
Mandíbula izquierda con M 1, M 2 y M 3 (tam. 3/1) — a. Cara externa.
b. Cara interna. — Col. Crusafont. Museo de Sabadell. Hostalets
de Pierola.

Algunos de estos caracteres los hemos observado en la mandíbula que encabeza nuestra lista, encontrada en Hostalets, observándose un único agujero alveolar para el P 1 y apreciándose bien en ella la desproporción indicada en la serie molar. No puede observarse lo correspondiente al tamaño de los premolares, que aquí faltan en absoluto. Aunque las dimensiones son algo menores, en conjunto, que las dadas por Gaillard, creemos por todo lo indicado que

el resto pertenece a esta especie. El mismo autor señala diferencias individuales en cuanto al tamaño en los ejemplares por él estudiados. En nuestra mencionada mandíbula, la serie molar tiene una longitud de casi 7,5 milímetros, de los cuales tres corresponden al M 1, 2,5 milímetros al M 2 y casi dos al M 3. La longitud de P 1 a M 3 es de 13,5 milímetros. En el ejemplar figurado por Gaillard, esta misma medida es de 16 milímetros.

En esta mandíbula de Hostalets se observa el alvéolo correspondiente al C, el correspondiente al P 1 uniradiculado, los alvéolos de los P 2, P 3 y P 4, que son biradiculados, y los tres molares en plaza. Los M, vistos por la cara superior, tienen forma de W, presentando en su cara externa dos puntas, la anterior mucho más fuerte que la posterior. Por su cara interna presentan tres puntas, la primera de las cuales se une con la anterior externa. Los molares, como hemos dicho, disminuyen rápidamente de tamaño, siendo el primero el más fuerte.

Un fragmento de mandíbula derecha, que no hemos podido figurar por ser de reciente hallazgo, muestra el P 4 y el M 1. En la primera de dichas piezas se observa la forma aguda típica del *Pseudogalerix Sthelini* (1) y (2).

(1) Debemos hacer constar aquí nuestras dudas respecto de la exacta edad paleontológica de este resto, por haber sido hallado en unas capas de horizonte todavía no bien definido. Su situación topográfica y el hecho de haberse encontrado restos de *Hipparion* en sus cercanías, nos hacen creer que pudiera pertenecer al Pontiense. De todos modos, hasta el completo estudio de los demás restos del mismo lugar y el establecimiento exacto de la estratigrafía de todo el yacimiento, no podremos hablar con absoluta propiedad respecto a este extremo.

(2) Aun más recientemente hemos hallado en Hostalets otro ejemplar consistente en un fragmento de mandíbula llevando P 3, P 4 y M 1 (Col. Crusafont. Museo de Sabadell), cuyos caracteres coinciden con los de la pieza arriba mencionada en último lugar. En el P 4

En el cuadro de clasificación que Viret expone al final de su mencionado trabajo sobre los Erinaceidos, se anota la diferencia fundamental entre los géneros *Pseudogalerix* y *Galerix*, que consiste en que mientras que en el primero de ellos el P 3 superior es diferente del P 4, en el segundo de ellos estas dos piezas son semejantes.

La especie que nos ocupa parece ser más evolucionada que el *Galerix exilis*, cosa que se observa, sobre todo, por la forma del P 4 y el reforzamiento del C inferior, denotando que *Pseudogalerix* tuvo una tendencia a un régimen más insectívoro que la forma arcaica.

Especie nueva para España.

LOCALIDAD:
Hostalets de Pierola.

Erinaceus sp.

PIEZA DESCRITA:
1 húmero algo fragmentado (Col. Villalta).

Procedente de la brecha de Carnívoros de Hostalets de Pierola (véase en un Capítulo anterior), poseemos un frag-

de ambos ejemplares se observa un metacónido rudimentario adosado a la punta principal y a la mitad de su altura; es tan reducido que casi no es posible apreciarlo a simple vista. Al binocular se observa perfectamente. Este detalle es, como se sabe, perfectamente propio de *Pseudogalerix Sthelini*. En cambio, se observa una pequeña diferencia con la especie de Gaillard: este P 4 no es mucho más grande que el P 3 y no tiene la forma tan agudizada como la pieza homóloga de la especie indicada. Las puntas anterior y posterior son bajas como en este género, pero no se advierte, en ninguno de los dos ejemplares, la preponderancia del P 4, como parece ser propio de *Pseudogalerix*. Por todo ello, esperamos nuevos hallazgos que quizás nos ofrezcan otros caracteres diferenciales y permitan, junto con los observados, separar una forma nueva.

mento de húmero de *Erinaceus*, cuya determinación específica se hace difícil por estar incompleto. No obstante, prueba de una manera indudable la existencia de este género en este yacimiento.

LOCALIDAD:

Hostalets de Pierola.

Entre los restos de Insectívoros descritos por Bataller en su obra de 1924, se cita el género *Erinaceus*, por atribuir al mismo un molar descubierto por el Dr. Faura y Sans, que fué regalado al Museo Municipal de Barcelona, de donde posteriormente desapareció. Por ello nos ha sido imposible tomar conocimiento directo de este resto.

PONTIENSE

Hasta el presente no nos ha sido posible encontrar ningún resto de Insectívoro en los yacimientos del Pontense de la comarca del Vallés-Panadés. Únicamente hay que considerar la posibilidad de que el resto de *Pseudogalerix Sthelini* de Hostalets de Pierola, consignado el último de la lista de aquella especie, pueda pertenecer a este tipo, según consignamos en la nota al pie de la página 58 (1).

(1) Véase, por otra parte, lo consignado en las notas al pie de las especies *Galerix exilis* Blainville y *Pseudogalerix Sthelini* Gaillard.

CUADRO DE DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LAS ESPECIES DE INSECTÍVOROS DESCRITAS EN EL PRESENTE TRABAJO EN LOS PRINCIPALES YACIMIENTOS DEL VINDOBOYENSE EUROPEO

| | | | | | | | |
|-------------------------------------|----|---|---|---|---|---|---|
| HOSTALETS . | + | | + | + | | + | + |
| S. QUIRICO . | *+ | + | | + | + | + | |
| Zeglingen | | | | | + | ? | |
| Anwill | | + | | | | ? | |
| Sansan | + | + | | + | | + | |
| Grive | + | + | + | | + | + | + |
| Steiermark ... | | | | | | + | |
| Nordlingen ... | | | | | | + | |
| Orleanés | | | | | | + | |
| Steinheim | + | | | | | + | |
| Gunzburg | + | | | | | | |
| Reischenau ... | + | | | + | | + | |
| Vermes | | + | | | | + | + |
| Loitakalk | | | | | | + | |
| Talpa (?) minuta | | | | | | | |
| Proscapanus sansaniensis | | | | | | | |
| Sorex pusillus var. grivensis | | | | | | | |
| Crocidura Schlosseri | | | | | | | |
| Plesiodymys Chantrei | | | | | | | |
| Galerix exilis | | | | | | | |
| Pseudogalerix Sthelini | | | | | | | |

II CARNÍVORA

VINDOBONIENSE

Familia Mustelidae

La familia de los *Mustelidae* comprende unos carnívoros que, en relación con los *Canidae* y los *Viverridae*, muestran en general un grado de mayor especialización, sobre todo por lo que se refiere a la región de sus piezas tuberculosas que se reducen en número y tamaño. Con todo, presentan afinidades muy notables con los Vivérridos de tal manera que sólo desde el Eoceno es posible apreciar diferencias sensibles entre los individuos de ambas familias. Esta especialización se acentúa a medida que se avanza en el phylum de los *Mustelidae*, observándose una retracción progresivamente más marcada de las series dentarias, en detrimento sobre todo, como ya se ha dicho, de los dientes posteriores a la carnífera y, por consiguiente, un acortamiento del cráneo que se aprecia con mayor intensidad en la región facial.

Comprende cuatro subfamilias: *Putorinae*, *Martinae*, *Lutrinae* y *Melinae*, todas las cuales poseen diversos géneros en el Mioceno medio.

Actualmente se encuentran muchos representantes de

la familia repartidos por toda la superficie terrestre, con la sola excepción de Australia.

* * *

La subfamilia de los *Martinae*, cuyos primeros representantes se remontan al Oligoceno de las Fosforitas, ostenta los siguientes géneros en el Mioceno medio: *Plesictis*, *Mustela* y *Laphyctis* por lo que respecta a Europa. Este último, creado por Viret, tiene ciertas relaciones, por un lado con los *Putorinae* por sus caracteres de Gulónido y por otro con los Melívoros de la subfamilia de los *Melinae*.

En el presente trabajo, se describen tres especies de la subfamilia de los *Martinae*, pertenecientes, dos de ellas, al género *Mustela* y otra al género *Laphyctis*, así como unos restos del género *Plesictis*.

Por otra parte, describimos un género nuevo de la subfamilia *Melinae*: *Palæomeles* con caracteres intermedios entre *Promeles* y *Meles*, aunque más cercano a este último.

ESPECIES DESCRITAS:

Mustela (Martes) Munki Roger.

» *delphinensis* Depéret.

Laphyctis mustelinus Viret.

Plesictis sp.

Palæomeles (nov. gen.) *Pachecoi* (nov. sp.).

***Mustela (Martes) Munki* Roger**

(Texto: fig. 14. Lám. III, figs. 1, 1a y 1b y 2, 2a)

Martes sp.—Schlosser: Die Affen, Lemuren, etc., pág. 364, figs. 28 y 37. 1888.

Martes Munki.—Roger: Wirbeltierreste aus dem Oberminocaen der Bayerisch-schwabischen Hochebene. Lám. III, fig 3. 1900.

Sthelin: Catalogue des ossements de mammifères tertiaires de la Col. Bourgeois. (Ext. du Bull. n.º 18 de la Soc. d'Hist. Nat. et d'Ant. de Loir-et-Cher, pág. 52, figs. 11-12). 1925.

PIEZAS DESCRITAS:

1 fragmento de mandíbula derecha con el P 4 (fragmentado), el M 1 y el alvéolo del M 2 (Col. Villalta).

1 fragmento de mandíbula derecha con el M 1 y parte del alvéolo del M 2 (Col. Crusafont. Museo Sabadell).

1 fragmento de M 1 izquierdo (Col. Villalta).

La primera de las piezas indicadas es un fragmento de mandíbula con parte de la rama ascendente, observándose en ella el alvéolo del M 2, ovalado, bastante pequeño y simple, todo lo cual indica que este diente debía ser débil y unirradiculado, tal como se observa también en las figuras de Helbing.

El M 1 es bajo y largo y está formado por tres lóbulos, de los cuales el medio presenta en la cara interna y en posición posterior con relación a la punta principal, otra punta interna, baja, bastante fuerte y bien destacada. El talón está excavado en foseta y rodeado de un reborde de esmalte, más bajo y delgado en la parte interna que en la externa, presentando en esta última, y en su tercio posterior, un repliegue de esmalte que forma un débil denticulo posterior. La longitud de esta pieza es de 9,5 mm., igual que la de Helbing (Pont-Leboy, Orleanés) y la de Schlosser (Häder, cerca de Augsburg).

Al P 4 del mismo ejemplar le falta la raiz y parte de la porción anterior. En la parte posterior, y hacia la mitad de la altura, se halla un denticulo bastante fuerte y su base está rodeada de un reborde de esmalte, no más fuerte en la porción posterior, que se eleva para formar un pequeño talón.

El M 1 de la Colección del Museo de Sabadell, como hemos dicho, es también derecho y las características son las mismas que hemos dado para la pieza correspondiente

del ejemplar anterior. Su longitud es ligeramente menor: 9 milímetros.

El tercer ejemplar, de la Colección Villalta, consiste sólo en el talón de una carnícera izquierda.

La presente especie se asemeja bastante a la *Mustela (Martes) Filholi* Depéret, de la Grive Saint-Alban, a la *M. Sanjoni* Mayet, del Orleanés (Artenay) y a la *M. genne-toides* Blainville, de Sansan, estas dos últimas consideradas, al cabo, como idénticas a la primera según las opiniones de Depéret y Helbing.

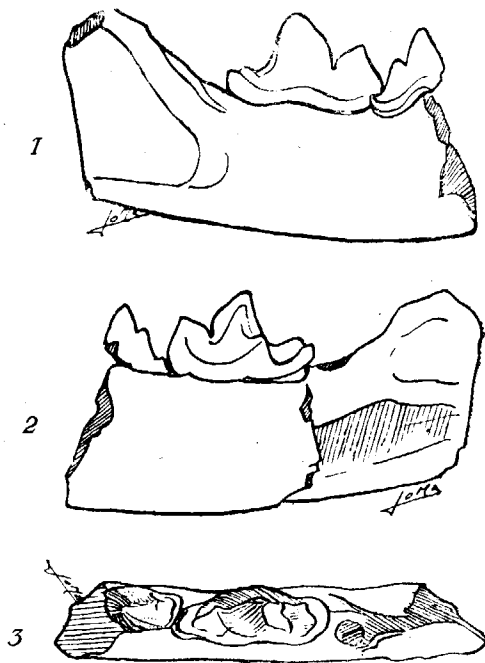


Fig. 14.—*Mustela (Martes) Munki* Roger
Fragmento de mandíbula derecha con P 4 y M 1 (tam. 2/1).—1. Cara externa.—2. Cara interna.—3. Vista superior.—Col. Villalta. San Quírico.

Nuestra especie se distingue de *M. Filholi* por el menor tamaño de los dientes, siendo en cambio la altura del hue-

so mandibular proporcionalmente más pronunciada. La caracterización de la especie debe buscarse, pues, en esta relación de dimensiones. He aquí algunas medidas referidas a las dos especies: *M. Filholi*: Longitud del M 1, 11 milímetros; altura de la mandíbula, 9 mm. (Depéret); longitud del M 1, 11,5 mm.; altura de la mandíbula 9 mm. (Helbing), 10 mm. y 9 mm. (Schlosser). *M. Munki*: Tipo, 9,5 mm. y 10 mm. (Roger); 9,5 mm. y 11 mm. (Helbing); 9,5 mm. y 10 mm. (otro ejemplar, Helbing). *San Quírico*: 9,5 mm. y 9 milímetros.

Comparada con las especies actuales, la marta y el hurón, la *Mustela (Martes) Munki* se caracteriza por ser de una talla más fuerte, siendo en cambio menor que la *M. pentelici* del Pontienne del Atica, la cual, por otra parte, tiene el metacónido de la carnícera mucho más atrofiado. La *M. elongata* de Montpellier se le parece bastante, pero el M 1 es en ésta más estrecho y alargado. La *M. angustifrons* de Saint-Gerand-Le Puy, carece de punta interna en el M 1 inferior, lo que la distingue claramente del *M. Munki*.

Roger describió la especie de unos ejemplares encontrados anteriormente en Augsburg y citados ya por Schlosser con el nombre de *Martes* sp. Posteriormente Helbing, al hacer la descripción de los restos de la Col. Bourgeois, la cita nuevamente de Pont-Leboy. Según nuestros datos, pues, nuestra cita es la tercera de Europa.

Especie nueva para España.

LOCALIDAD:
San Quírico.

Mustela delphinensis Depéret

(Texto: fig. 15. Lám. III: figs. 4, 4a y 5, 5a)

Depéret: Mammifères miocènes de la Grive Saint-Alban. Arch. Mus. Hist. Nat. de Lyon, T. V, pág. 26, figs. 10 y 10 a. 1892.

Trouessart: Catalogue mammalium. Fasc. II, pág. 270. 1897.

Gaillard: Mammifères mioc. de la Grive Saint-Alban (Arch. du Mus. d'Hist. Nat. Lyon. Vol. VII, págs. 55-56, lám. III, fig. 3). 1899.

PIEZAS DESCRITAS:

1 fragmento de mandíbula derecha con el P 2, P 3 y P 4 (Col. Crusafont. Museo de Sabadell).

1 fragmento de mandíbula derecha con el P 3 y alvéolos del C, P 1 y P 2 (Col. Crusafont. Museo de Sabadell).

1 fragmento de mandíbula derecha con la carnicera (Colección Villalta).

Esta especie es nueva para la fauna vindoboniense española y nuestro yacimiento de Hostalets de Pierola es el segundo de Europa de esta especie, toda vez que, según nuestros actuales conocimientos, no se había hallado hasta ahora más que en el clásico yacimiento de la Grive Saint-Alban.

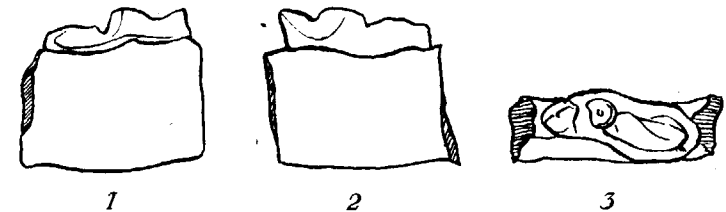
Como se observa por la lista de piezas, hemos hallado tres ejemplares de esta especie, los tres del mismo lado, pertenecientes, por lo tanto, a tres individuos diferentes, lo que hace suponer que era bastante abundante en este yacimiento. Como se advertirá por las medidas que daremos más adelante y por los dibujos, los ejemplares presentan algunas pequeñas diferenciales individuales de talla como ya sucede en la Grive (Depéret y Gaillard).

El P 1, a juzgar por su alvéolo, debía ser una pieza muy pequeña y se halla muy próxima al canino. El P 2 y el P 3 tienen una forma triangular con el vértice inclinado hacia delante; carecen de tubérculo accesorio y presentan

delante y detrás un pequeño reborde basilar, mucho más fuerte en la porción posterior. El P 3 es algo mayor que el P 2, y éste tiene la punta más inclinada hacia delante que aquél.

El P 4 presenta sobre el borde posterior, cara interna, un fuerte denticulo. Esta pieza es relativamente más alta que larga.

La carnicera (M 1), bastante desgastada en nuestro ejemplar, presenta un metacónido fuerte y un talón alar-

Fig. 15. — *Mustela delphinensis* Depéret

Fragmento de mandíbula derecha con M 1 (tam. 3/1).—1. Cara externa.—2. Cara interna.
3. Vista superior.—Col. Villalta. Hostalets de Pierola.

gado y excavado en foseta, típico del género, más elevado sobre el borde externo que en el interno, existiendo sobre aquel borde externo, y casi en su porción terminal, una superficie de desgaste que indica la presencia de una punta secundaria. El borde interno es ligeramente dentado y la punta anterior es, con relación al talón, bastante débil.

DIMENSIONES:

Ejemplar n.º 1.

Longitud de los tres últimos premolares 11 mm.
Altura de la mandíbula bajo el P 4..... 6 »

Ejemplar n.º 2.

Longitud del P 3..... 3,5 »
Altura de la mandíbula bajo el P 3 4,2 »

Ejemplar n.º 3.

| | |
|---|---------|
| Longitud de la carnícera..... | 6,2 mm. |
| Altura máxima de la carnícera | 2,5 » |
| Altura de la mandíbula bajo la carnícera..... | 5 » |

Depéret hace notar que esta especie difiere sensiblemente de las formas vivientes de martas por su talla tan débil, apenas igual a la del hurón (*Martes furo*) y sobre todo por el desarrollo relativamente fuerte de la punta interna de la carnícera inferior.

En cuanto a los Mustélidos fósiles, no hay ninguna especie que se pueda asemejar a la presente, aparte, según dice el mismo autor, la mandíbula de la Grive indicada por Filhol (Arch. du Mus. d'Hist. Nat. de Lyon. Vol. III, lámina IV, fig. 9) como *Mustela* sp., aunque esta última es sensiblemente mayor que la especie descrita.

Especie nueva para España.

LOCALIDAD:

Hostalets de Pierola.

***Laphyctis mustelinus* Viret**

(Texto: figs. 16, 17, 18, 19 y 20. —Lám. III: figs. 6, 7, 8 a y 8 b, 9 a y 9 b.
Lám. IV: figs. 1 y 1 bis.—Lám. V: toda)

Trochycotis hidrocyon.—Lartet in Depéret: Arch. du Mus. d'Hist. Nat. de Lyon. Vol. V, lám. I, fig. 11. 1892.

? *Trochycotis hidrocyon*.—Lartet in Gervais: Zool. et Paleont. franç., 2.^a ed., lám. XXIII, fig. 2. 1859.

Non *Trochycotis hidrocyon* in Zdanski: Jahrbuch d. K. K. Reichenstalt. lám. IX, figs. 1-7. 1907.

Laphyctis mustelinus.—Viret: Contribution a l'étude des carnassiers miocènes de la Grive Saint-Alban (Trav. du Lab. de la Fac. des Scienc. de Lyon. Lám. I, figuras 3, 4, 5, 6, 7, 8, 8 a, 9, 9 a). 1933.

PIEZAS DESCRITAS:

- 1 cráneo con las series dentarias casi completas y en perfecto estado (Col. Crusafont, Museo de Sabadell).
- 1 mandíbula derecha con P 2, P 4 y M 1 y alvéolos de los restantes dientes (Col. Crusafont, Museo Sabadell).
- 1 mandíbula derecha con P 4 y M 1 y alvéolos de las demás piezas dentarias (Col. Villalta).
- 1 M 2 inferior (Col. Crusafont, Museo de Sabadell).
- 1 P 4 superior derecho incompleto (Col. Villalta).
- 1 fragmento de M 1 superior izquierdo (Col. Villalta).

Depéret, en 1892 (op. cit.), dió a conocer una mandíbula de un Mustélido que atribuyó a la especie *Trochycotis hidrocyon* Lartet, de Sansan. Posteriormente, en 1933, Viret, con motivo del hallazgo de un fragmento de paladar con el P 3, P 4 y M 1, separó estos ejemplares, creando para ellos el género *Laphyctis*, el cual presenta indudables relaciones con *Ischyrictis* y los géneros *Plesiogulo*, *Gulo* y *Eomellivora* y estableció la especie *L. mustelinus* Viret.

En una de nuestras sesiones de exploración de la brecha de Hostalets anteriormente citada, encontramos notables restos de esta especie, consistentes principalmente en un cráneo y dos mandíbulas en excelente estado de conservación. El estudio de estas piezas permitió la exacta clasificación de unos restos dentarios encontrados con mucha anterioridad (1932) en el yacimiento de San Quirico y que habíamos atribuído erróneamente a *Mustela transitoria* Gaillard, y con este nombre fueron incluídos en las listas que dimos a conocer por aquellas fechas.

El hallazgo del cráneo con la serie superior completa nos permite confirmar el diagnóstico que de esta especie hizo el ilustre paleontólogo francés, en su ya citado trabajo de 1933, y que es como sigue:

«Forma vecina de *Ischyriactis*, es decir, Mustélido recordando parcialmente por sus caracteres dentarios a *Gulo* y *Mellivora*, pero habiéndose conservado más primitivo por el número y la no especialización de sus premolares. En el maxilar, la robusta punta interna de la carnífera, situada en ángulo recto con el borde anterior, está menos proyectada hacia dentro que en el género del Orleanés. Tuberculosa superior provista, en este último, de un fuerte parastilo, pero sin haber experimentado una igual reducción del tubérculo externo posterior. En la mandíbula no hay reducción sensible del metacónido del M 1 y el talón de éste no es tan corto como en *Ischyriactis*; los premolares no están en vías de regresión».

Las relaciones de la presente especie con *Trochycyctis hydrocyon* y con los géneros *Ischyriactis*, *Plesiogulo* y *Eomellivora*, fueron ya ampliamente establecidas por Viret en lo que hace referencia a la serie dentaria inferior y parte de la superior. Por este motivo sólo nos referiremos al cráneo y piezas dentarias no conocidas hasta el presente y que, como hemos dicho, vienen a completar el conocimiento de la especie.

DESCRIPCIÓN:

Cráneo.—Esta pieza está casi completa, pues con la excepción de la región de las cajas timpánicas, rotas en parte, y los arcos zigomáticos que faltan en su porción posterior, se presenta en magnífico estado de conservación.

De su estudio se deduce que se trata, en efecto, del cráneo de un Mustélido típico, con caracteres de Gulónido. Entre ellos destacan los siguientes: cráneo de cara corta y de cavidad cerebral larga y estrecha (la distancia entre el borde anterior de la órbita y el gnaton es casi dos terceras partes de la longitud de la caja cerebral); ésta es, por lo

demás, menos alta que en *Martes* (mayor que la mitad de la anchura máxima entre las apófisis mastoideas), con cresta sagital simple y fuerte; sobre todo en la región supraoccipital; apófisis paroccipital robusta y claramente separada de las cajas auditivas. Sepárase, no obstante, de los Gulónidos estrictos, por tener el perfil dorsal más aplanado que en aquéllos; el rostro propiamente dicho es más largo, proporcionalmente, que en *Gulo*, siendo la longitud de la serie dentaria, de canino a tuberculosa, mayor que la anchura máxima del paladar entre las tuberculosas (en *Gulo*, por ejemplo, es menor); además, el diámetro longitudinal de las cajas timpánicas es mayor que el transversal y el foramen infraorbitario, como ya indica Viret, está situado al mismo nivel de la órbita y no francamente por delante, como en los Gulónidos.

Dimensiones:

| | | |
|--|------|-----|
| Longitud total máxima (desde el borde inferior del agujero occipital al gnaton)..... | 132 | mm. |
| Anchura máxima al nivel de las apófisis mastoideas..... | 70 | » |
| Anchura de la bóveda palatina al nivel de las tuberculosas..... | 45,5 | » |
| Anchura detrás del P 2..... | 30 | » |
| » entre las dos P 1 (borde externo).... | 28 | » |
| » de los cóndilos occipitales..... | 32 | » |
| » entre las apófisis postorbitarias.... | 47 | » |
| » aproximada máxima de los arcos zigomáticos..... | 90 | » |
| Altura máxima en la región occipital..... | 45 | » |

$$\text{Fórmula dentaria: } \frac{3}{3} \text{ I } \frac{1}{1} \text{ C } \frac{4}{4} \text{ P } \frac{1}{2} \text{ M}$$

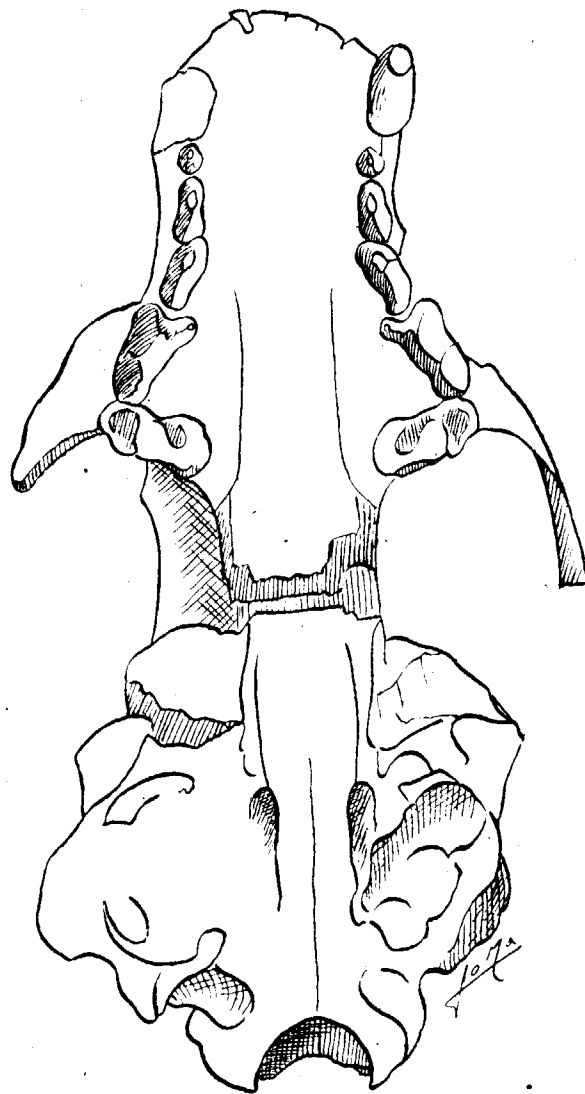


Fig. 16.—*Laphyctis mustelinus* Viret.—Cráneo. Norma inferior (tamaño natural).
Col. Crusafont, Museo de Sabadell. Brecha de Hostalets de Pierola

Serie dentaria superior.—I. De los incisivos sólo se observan los dos I 1, derecho e izquierdo, pequeños y comprimidos longitudinalmente.

C. Esta pieza sólo existe en la serie izquierda; es fuerte, de raíz robusta, y la corona, relativamente corta, presenta en su borde posterior una débil cresta longitudinal; en nuestro ejemplar, esta pieza está débilmente desgastada, siendo la superficie de usura extensiva, además de la punta, a la cara anterior interna y a lo largo del diente.

P 1. (Existen los dos). El primer premolar es pequeño, de forma triangular, con la punta en posición delantera y con una cresta que desde la punta se dirige hacia la cara posterior externa, formando allí una especie de talón rudimentario; la cara interna se aplanan y tiende a expansionarse en su porción basal, dando a este diente una sección casi circular. Es uniradiculado y notablemente pequeño con relación a las demás piezas.

P 2. (Existen los dos). Estas piezas son fuertes, biradiculadas, estando situada su punta algo hacia la porción anterior. De esta punta parte una cresta relativamente fuerte, que termina en su borde posterior, formando un talón débil. La forma de este diente es triangular y su sección oval alargada. Presenta el desgaste como el anterior.

P 3. (Existen los dos). El tercer premolar está formado por una punta simple con borde anterior y posterior ligeramente cortantes (según Viret el anterior es redondeado). El reborde basilar tiende en esta pieza a formar un talón, tanto en su parte anterior como en la posterior. La forma en perfil es también triangular, con la punta en posición central y su sección es oval y muy alargada. Su longitud es un tercio mayor que la del anterior. Esta pieza está situada oblicuamente con respecto a las piezas anteriores y va desde la cara interna del P 2 a encajarse en el espacio que dejan el protostilo y el protocono de la carnífera.

P 4. (Existen los dos). La carnífera presenta un protocono robusto y cónico, proyectado muy hacia delante (más

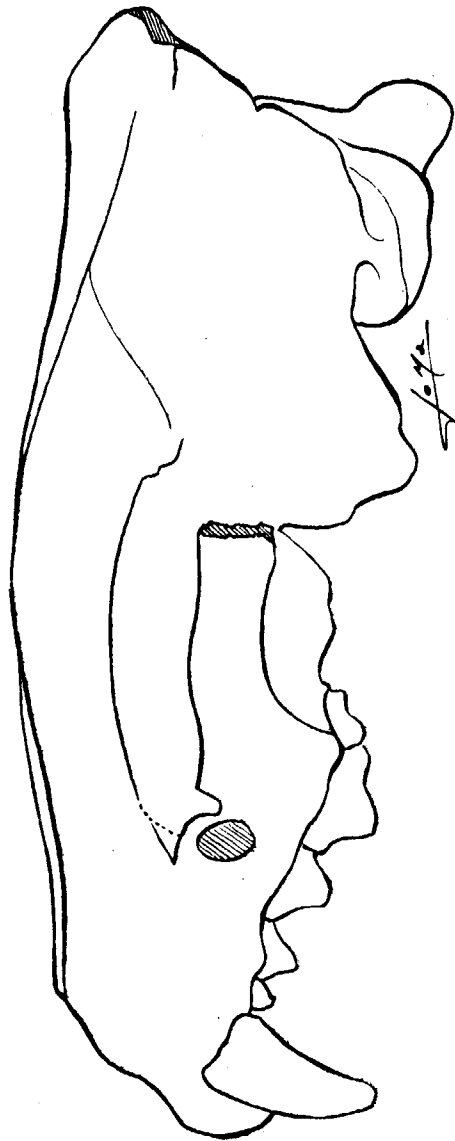


Fig. 17.—*Lophoceros mustelinus* Viret.—Cráneo, visto de perfil (tamaño natural). Col. Crusafont, Museo de Sabadell. Brecha de Hostaletés de Pierola.

que en el género *Ischyriactis*) y situado en ángulo recto con el protostilo. Protocono y protostilo están reunidos al paracono por dos crestas poco salientes que limitan una por-

ción triangular aplanada, situada exactamente en el eje de P 3. Estas crestas, como ya indica Viret, están mucho menos marcadas que en *Gulo*. No se aprecia reborde basal en la cara externa, siendo en cambio bastante marcado en la base del metacono y en su cara interna. El desgaste observado en esta pieza afecta muy débilmente al protocono y exactamente en su cúspide; está fuertemente marcado en el vértice del paracono y parte anterior del metacono, formando una superficie oblicua, que tiene su máxima anchura entre las dos puntas (central y posterior).

Esta pieza que habíamos encontrado ya antes en San Quirico, es muy vecina de la correspondiente de *Mustela transitoria* Gaillard, mostrando como ella una tendencia al alargamiento del metacono, siendo no obstante menos robusta. Con todo, aisladas, son fáciles de confundir. También es muy próxima de la pieza homóloga de *Eomellivora Wimani* Zd., y de su misma talla.

M 1. (Existen los dos). La tuberculosa, alargada en sentido transversal, presenta en la parte externa un contorno triangular con potente parastilo y dos tubérculos que tienden a fusionarse en una cresta externa. El diente se estrangula en su porción media, dilatándose luego en ancho reborde que rodea a manera de media luna el tubérculo interno, el cual tiene forma de cono aplanado y está unido al paracono por una cresta bien distinta. Los desgastes corresponden: primero, a la punta principal anterior; segundo, al cono interno y en parte a la arista que une este cono con la punta anterior; tercero, a la parte antero-posterior interna; y cuarto, muy fuertemente, al borde posterior externo.

El conjunto de la serie dentaria superior ofrece indudables caracteres de Gulónido, siendo los dientes más típicos a este respecto, la carnífera y el M 1, apareciendo por todo ello como una forma más primitiva que se acerca a *Ischy-*

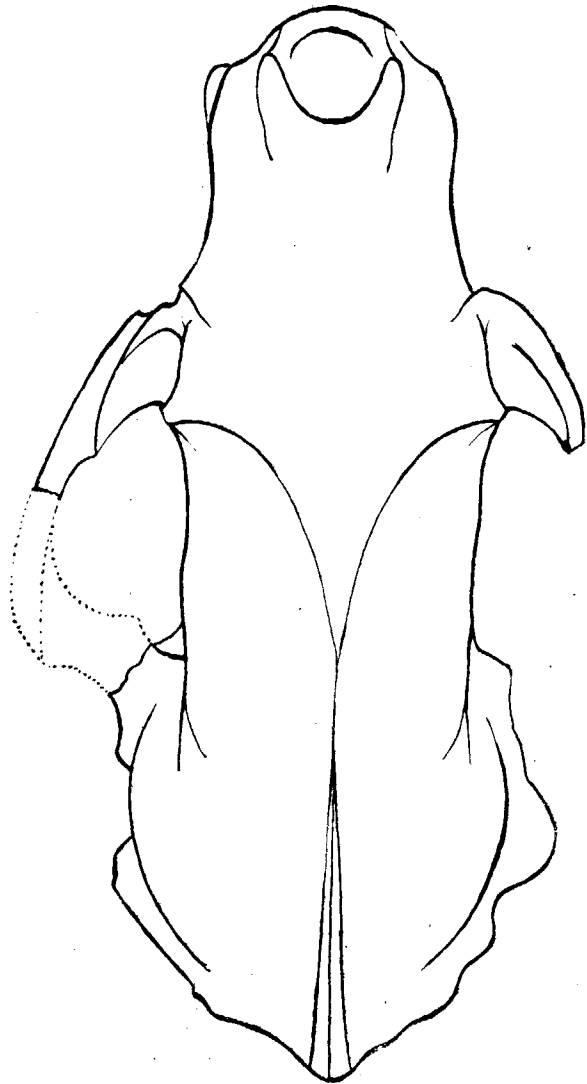


Fig. 18.—*Laphyctis mustelinus* Viret.—Cráneo. Norma superior (tamaño natural).
Col. Crusafont, Museo de Sabadell. Brecha de Hostalets de Pierola

rictis, separándose en cambio de *Plesiogulo*, *Gulo* y *Mellivora*, que son géneros más evolucionados, por la forma, número y distribución de sus piezas dentarias.

Dimensiones:

| | Hostalets | Grive (Viret) |
|--|-----------|---------------|
| Canino: diámetro antero-posterior en la base de la corona | 9,5 mm. | ? |
| Altura aproximada de la corona... | 16 » | ? |
| P 1.—Longitud | 4 » | ? |
| Anchura | 3,8 » | ? |
| P 2.—Longitud | 8 » | ? |
| Anchura | 4,5 » | ? |
| P 3.—Longitud | 10,5 » | 10 mm. |
| Anchura | 5 » | 5 » |
| P 4.—Longitud (borde externo)... | 14 » | 15 » |
| Anchura máxima..... | 9,5 » | 10 » |
| M 1.—Longitud externa | 7 » | 8 » |
| Longitud interna aproximada. | 8 » | 9 » |
| Anchura máxima..... | 15 » | 15,4 » |

Como puede observarse, las dimensiones concuerdan bastante con las de Viret, manteniéndose algo inferiores.

Serie dentaria inferior.—Poseemos, como ya hemos indicado, dos mandíbulas del mismo lado; el ejemplar de la Colección Crusafont pertenece, con toda probabilidad, al mismo individuo del cráneo, y presenta: el alvéolo del canino, el del P 1, el P 2, alvéolo del P 3, el P 4, el M 1 y el alvéolo del M 2. El ejemplar de la Colección Villalta presenta el canino roto en la base de la corona, alvéolos del P 1, P 2 y P 3, el P 4 y el M 1 enteros y el alvéolo del M 2. En la Colección Crusafont existe una tuberculosa suelta, que pertenece, con gran probabilidad, a la segunda de las citadas mandíbulas.

P 1. El alvéolo del P 1, colocado muy próximo al borde posterior del canino, es único, indicando que esta pieza debía ser uniradiculada y muy reducida.

P 2. El segundo premolar es biradiculado y presenta una forma sensiblemente triangular, correspondiendo la punta principal a la primera raíz. Esta punta es cónica y relativamente fuerte, ostentando en la porción anterior y en su base, un débil reborde de esmalte. Desde la cúspide y hacia el borde posterior del diente, desciende éste en pendiente suave con una ligera cresta cortante, formando un pequeño talón. Este premolar está formado, pues, por un

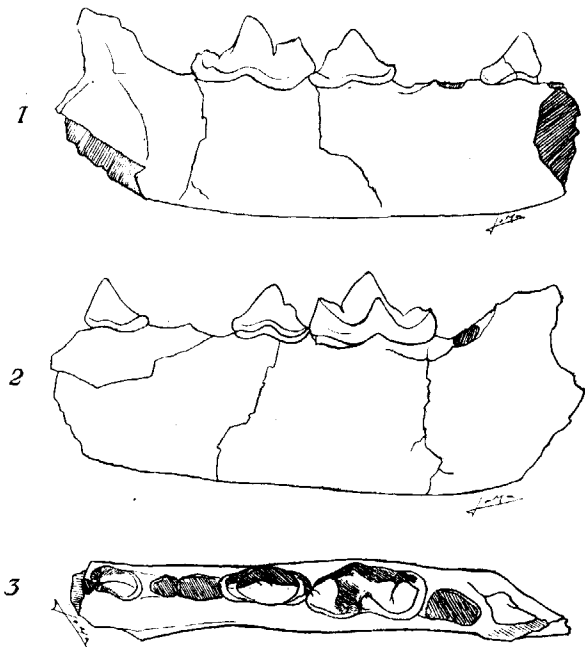


Fig. 19.—*Laphyctis mustelinus* Viret.—Mandíbula derecha con P 2, P 4 y M 1 (tamaño natural).—1. Cara externa.—2. Cara interna.—3. Vista superior. Col. Crusafont, Museo de Sabadell. Brecha de Hostalets de Pierola.

protocónido agudo situado sobre la primera raíz y un talón bajo y alargado sobre la segunda.

P 3. El tercer premolar falta en ambos ejemplares, siendo también, como es natural, biradiculado y, a juzgar por los alvéolos, más fuerte que el anterior.

P 4. Es de forma triangular, con punta cónica situada más cerca del borde anterior que del posterior, casi en la porción media de la corona. El reborde basilar forma en su porción anterior una débil punta; en su parte posterior, el

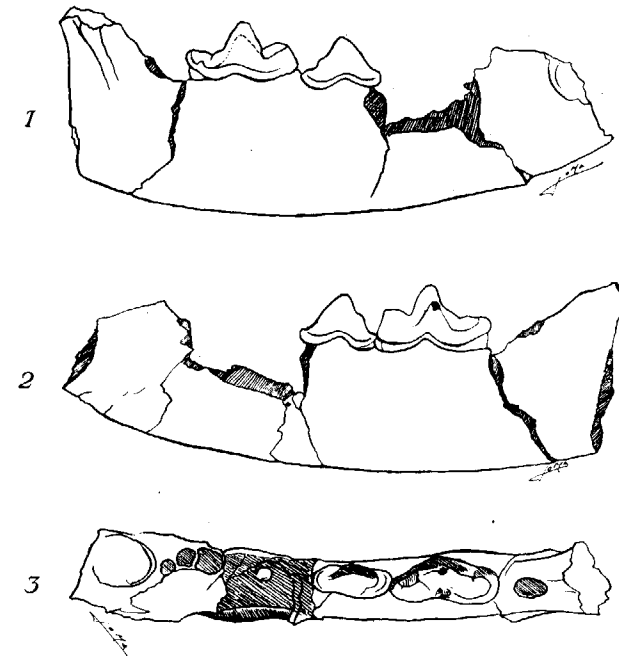


Fig. 20.—*Laphyctis mustelinus* Viret.—Mandíbula derecha con P 4 y M 1 (tam. natural). 1. Cara externa.—2. Cara interna.—3. Vista superior.—Col. Villalta. Brecha de Hostalets de Pierola.

reborde da lugar a un talón más fuerte, que soporta, a la mitad de su altura, un tubérculo fuerte.

M 1. La carnícera ostenta tres puntas, seguidas de un fuerte talón, más corto y bajo que en *Trochytis* y que en las Martas, semejante al de *Ischyriactis zibethoides*. Las dos puntas externas son aplanadas, el protocónido preponderante y alto, lo que le distingue de la de las Martas y de *Mustela transitoria*, mientras que la interna o metacónido

es cónica, bien destacada y más alta que el paracónido o punta anterior (en *Ischyriactis* es más reducida) ocupando una posición relativamente delantera. El talón es bajo y corto, formando un hipocónido destacado y unido por un pliegue de esmalte hacia delante de la punta principal, como en los Lútridos y en *Trochylactis*. Este talón está menos individualizado en *Ischyriactis*.

M 2. Es de forma ligeramente oval, uniradiculado, presentando dos tubérculos mamelonados en su porción central.

Por el conjunto de los caracteres de la serie inferior, se observa la analogía con *Ischyriactis*, separándose en cambio de *Plesiogulo* por sus premolares simples, sin punta accesoría y con sus molares fuertes y bajos.

Dimensiones en milímetros:

| | HOSTALETS | | GRIVE | | |
|-------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|-----------------|--------|-------|
| | Ejemplar Colección Crusafont | Ejemplar Colección Villalta | Máxima | Mínima | Media |
| P 2.—Longitud | 7,5 | ? | ? | ? | ? |
| P 4.—Longitud | 11 | 10,5 | | | 10 |
| M 1.—Longitud | 15,5 | 14,5 | 17 | 13,3 | 15 |
| Anchura | 7 | 6,5 | 7,7 | 6 | 7 |
| Altura | 8 | 7 | 8 | 6 | 7 |
| M 2.—Longitud | 6 | ? | ? | ? | ? |
| Anchura | 5 | ? | ? | ? | ? |
| | | | GRIVE (DEPÉRET) | | |
| Altura de la mandíbula bajo el M 1 | 18 | 17,5 | | 16 | |
| Longitud total de la serie dentaria | 51 | 49 | | 50 | |

Obsérvase que las dimensiones de nuestros ejemplares caen perfectamente dentro de las medias de los de la Grive Saint-Alban.

FILOGENIA.—En cuanto a la posición filogenética de esta especie transcribimos la opinión de Viret, que es la siguiente:

«Se conocen Mustélidos con caracteres de Gulónido del Mioceno de América del Norte (Helbing), pero no es dudoso que estas formas de gran talla no ofrecen con los Glotones actuales más que caracteres de convergencia. En el Pontiense aparece el *Plesiogulo* de China, representante de un phylum hoy extinto. ¿Hay que pensar que las especies del Mioceno inferior y medio de Europa, *Laphyctis* y la forma pariente *Ischyriactis* son antecesores posibles de los actuales Glotones? ¿Que éstos derivarían de aquéllos por espesamiento de los premolares, reducción de su punta y desarrollo preponderante de la carnífera, convertida en fuertemente cortante? ¿O hemos de creer, con Helbing, que los tipos miocénicos no tienen parentesco directo con las formas actuales? Estimo que los carnívoros fósiles en cuestión están aún demasiado aislados y separados de los géneros actuales por un hiato demasiado amplio para que uno pueda juzgar sobre este extremo. En estas condiciones me parece propio esperar nuevos hallazgos para intentar la reconstrucción de la rama».

Esta especie se conocía solamente, hasta el presente trabajo, de la Grive Saint-Alban. Nosotros la hemos hallado en los dos yacimientos vindobonienses del Vallés-Panadés.

LOCALIDAD:

Los dos últimos ejemplares de la lista: San Quirico.

Los restantes: Hostalets de Pierola.

Plesictis sp.

PIEZA DESCRITA:

1 carnícera superior derecha algo fragmentada (Col. Crusafont, Museo de Sabadell).

Atribuimos a este género, con algunas dudas, esta pieza suelta, que por su poca integridad no permite afinar específicamente el diagnóstico.

Se trata de un P 4 superior derecho, cuyas dimensiones son las siguientes:

Longitud..... 10 mm.

Anchura aproximada 6 »

Tiene rotos el talón y el protostilo, pero, no obstante, por su forma se parece a las carniceras del género *Plesictis*.

LOCALIDAD:

Hostalets de Pierola.

Palaeomeles, nuevo género

Genotipo **Palaeomeles Pachecoi** (nova sp.)

(Texto: figs. 21 y 22.—Lám. VI: figs. 4, 4 bis, 4 a y 4 b y 5, 5 a)

PIEZAS DESCRITAS:

1 fragmento de cráneo con el P 4 y M 1 izquierdos y un fragmento de maxilar derecho con el P 3 y P 4 y alvéolos del C (en parte) y P 2. Todas las piezas del mismo individuo (Col. Crusafont, Museo Sabadell).

Los ejemplares objeto de la presente descripción proceden de la excavación de unas capas de arcillas viscosas que, cubiertas en parte por el Cuaternario, forman una serie de pequeños afloramientos en las proximidades de Can

Mata de la Garriga. Estas capas se encuentran a unos 20 metros de altura con respecto a la tantas veces aludida brecha de carnívoros de Hostalets y contienen además la siguiente fauna:

Pseudogalerix Sthelini Gaillard.

Ictitherium Montadai nova sp.

Prolagus oenningensis Meyer.

Cricetodon varias especies.

Sciurus spermophilinus Depéret.

Rhinoceros sp.

Listriodon splendens Meyer.

Dicroceras elegans Lartet.

Micromerix flourensianus Lartet.

Mastodon angustidens Cuvier.

Los ejemplares hallados, fragmentos de los dos maxilares del mismo individuo, nos han permitido recomponer la fórmula dentaria superior del animal a que pertenecieron: ? . 1 . 3 . 1, es decir, con tres premolares y un molar. Aunque no hemos podido establecer criterio con respecto a la serie inferior, por ser ésta desconocida, hemos apreciado enseguida que el ejemplar fósil de Hostalets pertenece a la subfamilia de los Mélicos por los caracteres inconfundibles de la serie superior. Estudiando en detalle los accidentes de cada una de las piezas nos hemos hallado con afinidades con los géneros *Promeles*, *Meles* y *Promephitis*, del Pontiense, y *Mephitis*, del Pleistoceno de América, mientras que los demás géneros del grupo se separan de nuestro fósil por alguna de sus particularidades, de una manera harto concluyente. En efecto, los indicados géneros presentan, como el nuestro, tuberculosas superiores de forma carrada (lo que se observa también en las espe-

cies actuales de *Mephitis*) con tubérculos alineados en dos bandas paralelas. De todos modos, al comparar nuestras piezas con las homólogas de aquellos géneros, hemos llegado a la conclusión de tratarse de un género sensiblemente alejado todavía de los mismos. Efectivamente, por una parte, la tendencia a la reducción de la serie premolar, no en el número, sino en el tamaño de los premolares, el primero de los cuales (P 2) se ha hecho uniradiculado, se para los restos de Hostalets del género *Promeles*, quien, por otra parte, presenta una tuberculosa más ancha que larga; por otro lado, nuestra carnícera no experimenta la atrofia que se observa en el género *Meles* al ser comparada con la pieza inmediata posterior, o sea la tuberculosa; el P 4 no está, por lo tanto, acortado, sino que presenta una proporción normal en relación con aquélla, sin llegar al extremo estiramiento que se observa en *Promeles*.

Aunque el P 2, en el género *Meles*, sea uniradiculado, se aprecia sensiblemente en nuestros ejemplares la reducción de la pieza proporcionalmente a las demás de la serie, (con tendencia a la atrofia, lo que le aproximaría a *Promephitis*) lo que marca una mayor especialización de estas últimas. Es interesante hacer notar, por otro lado, otra particularidad interesante de este primer premolar y es su posición claramente externa con relación a la serie dentaria, lo que no se observa en las especies conocidas de los dos géneros antedichos, pero que se observa, en cambio, en algunas formas de *Mephitis*.

La carnícera presenta, además, otras características que conviene anotar: su protocono que, en relación con el tamaño de la pieza, es pequeño y poco saliente, está situado al nivel del paracono, en contraste evidente con lo que sucede en *Promeles* y *Meles*. En el primero de estos géneros, este protocono está muy dilatado y colocado en posición

muy anterior; en *Meles*, también muy dilatado, se coloca todavía más hacia la porción delantera que en nuestro fósil, aunque no tanto como en aquel género; en *Mephitis* tiene la misma posición que en nuestro Carnívoro, pero está más desarrollado. En la tuberculosa, nótese la falta del tubérculo secundario externo del borde posterior, que puede verse bien destacado en *Meles*.

En resumen, el fósil de Hostalets, con caracteres típicos de Mélido, tiene afinidades evidentes con los géneros pon-

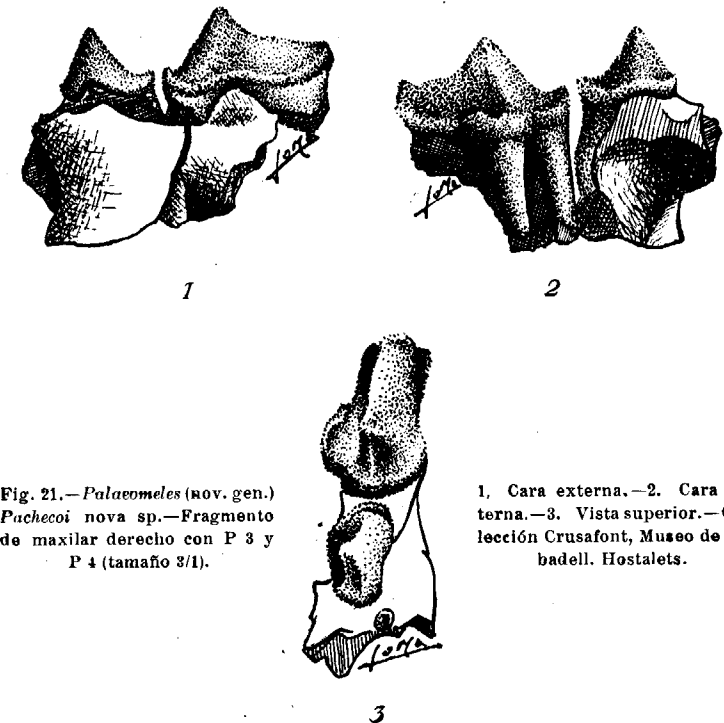


Fig. 21.—*Palaeomeles* (nov. gen.)
Pachecoi nova sp.—Fragmento
de maxilar derecho con P 3 y
P 4 (tamaño 3/1).

1. Cara externa.—2. Cara interna.—3. Vista superior.—Colección Crusafont, Museo de Sabadell, Hostalets.

tienses *Promeles* y *Meles*, más aun con este último que con el primero, según puede deducirse de los datos que hemos expuesto. Con todo, la reducción o regresión sensible de la serie premolar, la posición del P 2, el tamaño

normal de la carnífera en relación con el M 1, su protocono pequeño y más en posición posterior, la forma de la tuberculosa; todo ello, unido a la edad claramente vindobonienense de nuestro fósil, nos impele a la creación de un nuevo género.

Descripción del maxilar.—La posición del canino está solamente indicada por la porción posterior de su alvéolo.

El P 2, a juzgar por su alvéolo, sería uniradiculado, muy pequeño y probablemente caedizo. El carácter rudimentario de esta pieza demuestra la tendencia de la serie premolar a la regresión. En *Promeles*, el P 2 es biradiculado y en *Meles* no tan desproporcionadamente pequeño. En nuestro ejemplar está situado muy junto al borde posterior del ca-

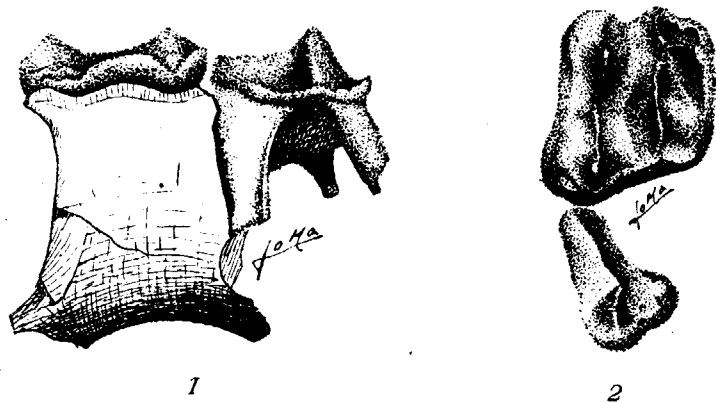


Fig. 22.—*Palaeomeles* (nov. gen.) *Pachecoi* nova sp.—Fragmento de cráneo con P 4 y M 1 izquierdos (tamaño 3/1).—1. Cara externa.—2. Vista superior.
Col. Crusafont, Museo de Sabadell. Hostalets de Pierola

nino y en posición claramente externa en relación con las demás piezas de la serie, es decir, desplazado hacia afuera.

El P 3 es biradiculado y está formado de un paracono situado sobre la raíz anterior y presenta en su porción antero-interna una cresta débil, que termina en un reborde basilar interno, el cual se dilata en la porción postero-inter-



na, uniéndose luego al metacono o talón, que es bastante fuerte. Esta disposición le separa claramente de la pieza correspondiente de *Promeles* y *Meles*. La punta principal es alta y aguda.

El P 4 (carnífera) consta de un protostilo, del que nace un reborde basilar mamelonado, que luego se dilata dando lugar al protocono, el cual es pequeño y situado a la altura del paracono y no en posición anterior, como en *Promeles* y *Meles*. En el primero de estos géneros, este protocono, que está muy destacado, se halla al mismo nivel del protostilo, dando a la carnífera un aspecto muy diferente, de tendencia más cortante. En el género *Meles*, el protocono es muy abultado, dando a la pieza, vista por encima, una forma triangular equilátera; su posición es todavía más anterior, comparativamente a nuestro fósil. El reborde basilar, a la salida del protocono, continúa por debajo del metacono, esfumándose luego en la punta extrema de éste. Conviene indicar también que el protocono está excavado en una fosa bastante profunda. El paracono es alto y puntiagudo y está situado entre las dos raíces, pero en posición algo anterior. El metacono es bajo y forma una cresta casi horizontal, que se une al paracono a la mitad de su altura. La raíz correspondiente al protocono es fuerte y está perfectamente aislada de las del paracono y metacono, siendo esta última considerablemente más fuerte. A la vista de las dimensiones de esta pieza, que damos en el lugar correspondiente, se observará la normal proporción relativa de la carnífera con la tuberculosa, en contraste evidente con lo que sucede en los géneros con los cuales hemos comparado nuestro fósil. En *Promeles* la carnífera es larga y estirada; en *Meles*, en cambio, es corta y achatada en relación con el M 1.

El M 1 (tuberculosa) consta de dos tubérculos externos,

unidos por una cresta estrecha y cortante, y están rodeados, por su cara externa, de un reborde basilar cortante y finamente denticulado. El tubérculo anterior interno es, asimismo, largo, y se une al tubérculo posterior, que es muy pequeño y bajo. Los cuatro tubérculos, pues, forman dos crestas paralelas; la interna interrumpida en su tercio posterior. La muralla interna empieza a la altura del tubérculo antero-interno y se eleva gradualmente hasta formar un denticulo, que se une a la porción anterior del tubérculo postero-interno. Obsérvese que esta muralla, en lugar de continuar festoneando la porción posterior de la pieza hasta su unión con la muralla externa, se interrumpe bruscamente a la altura de la cresta interna. En esta pieza se nota la ausencia del tubérculo secundario de la parte externa del borde posterior, tan visible en *Meles*. La forma de la tuberculosa es cuadrangular y, por otra parte, es más larga que ancha, al revés de lo que sucede en *Promeles*. Su forma rectangular, en el sentido longitudinal, no es tan marcada como en *Meles*.

Dimensiones de la especie:

| | | |
|---|-----|-----|
| Maxilar.—Longitud de la serie dentaria (desde el borde anterior del P 2 hasta el posterior del M 1) | 22 | mm. |
| P 3.—Longitud | 3,5 | » |
| Anchura | 2,5 | » |
| P 4.—Longitud | 7,5 | » |
| Anchura máxima | 5 | » |
| M 1.—Longitud (borde externo) | 9 | » |
| Anchura máxima | 7,5 | » |

Por todas las consideraciones que anteceden, se deduce que el Mérido de Hostalets se aleja de los géneros conoci-

dos de la subfamilia y, aunque sus caracteres dentarios le presten cierta semejanza con los géneros *Promeles* y *Meles*, las diferencias apuntadas bastan para separarlo de los mismos. Por ello creemos oportuno crear para tales ejemplares un nuevo género, que llamaremos *Palaeomeles* por su mayor afinidad con el último de los mencionados géneros y, además, por ser Vindoboniense. Para él establecemos el siguiente diagnóstico:

Mélidos vindobonienses de pequeña talla, con caracteres afines a los géneros Promeles y Meles, más próximos a este último, caracterizados por la reducción de la serie premolar: el P 2 uniradiculado, P 4 con longitud casi igual a la del M 1, con protocono poco saliente y al nivel del paracono; M 1 cuadrangular, más largo que ancho, faltando el tubérculo secundario de la parte externa del borde posterior; por otra parte, cuadrilaterado con el tubérculo interno posterior muy pequeño.

La escasez de los restos descritos, aunque suficientes para diagnosticar su novedad genérica, no nos puede permitir, por ahora, establecer de una manera concluyente la posición filogenética del animal a que pertenecían. Esperamos que nuevos hallazgos permitan conocer más perfectamente este extremo cuando normalizadas las circunstancias podamos disponer de más bibliografía.

Comparando nuestro género con los otros de la subfamilia, apreciamos las siguientes relaciones:

El género *Trochictis*, definitivamente establecido por Helbing («Zur definition des Genus *Trochictis*». *Eclogae Geologicae Helvetiae*. Bale, 1927) y completado por Pilgrim («The genera *Trochictis*, *Enhydriactis* and *Trocharion*, with remarks on the taxonomy of the Mustelidae». *Proceedings Zool. Soc.*; part. 4, pág. 845. 1932) muestra, en primer lugar, el M 1 superior mucho más corto que el P 4, por ser

éste mucho más estirado y más estrecho en la porción externa que en la interna y, en segundo lugar, el protocono de la carnífera se halla en posición muy anterior, como en los *Martinae*.

Trocharion es un género mal conocido por lo que se refiere a las piezas superiores, pues el tipo de Forsith Major (*T. albanensis*) es una mandíbula y de la serie superior sólo se conoce un M 1 que Pilgrim atribuye con dudas a esta especie.

Con respecto a los géneros *Promeles* y *Meles* hemos ya establecido anteriormente las relaciones con el nuestro. Sólo nos queda indicar que hemos comparado nuestro fósil con *Meles maraghanus* y *Meles Polaki*; el primero, muestra algunas afinidades generales con nuestra especie, pues se trata de un Mérido típico, no así el *M. Polaki*, que por la forma de su M 1 superior no parece serlo. De Nihowan, Teilhard de Chardin y Piveteau («Les mammifères fossiles de Nihowan». An. de Paleontologie, XIX, 1930) describen un *Meles* cf. *leucurus* y Zdansky («Jungtertiäre Carnivoren Chinas», Paleontologia Sinica, Ser. C, T. II. Peking, 1924) describe de China unos géneros de Méridos, con los cuales no hemos podido establecer comparaciones, siendo, por otra parte, formas mucho más recientes que la nuestra.

Como ya hemos dicho anteriormente, nuestro fósil presenta algunas semejanzas con las diversas especies de *Pro-mephitis* (*P. Larteti*, *P. Gaudryi*, *P. maeotica*, *P. Alexejewi* y *P. rumana*) y con el género americano *Mephitis*.

Por ahora, puede considerarse que el género *Palaeomeles*, que es un Mérido típico del Vindoboniense, parece pertenecer a una rama paralela a la de los géneros *Promeles* y *Meles*, pero habiendo experimentado, con relación a estos últimos, una evolución más rápida, por lo que insinúa la regresión molar.

Dedicamos la especie a nuestro distinguido amigo doctor Eduardo Hernández-Pacheco, ilustre geólogo y paleontólogo, de quien hemos recibido tantos y tan constantes estímulos.

LOCALIDAD:

Hostalets de Pierola.

Familia Viverridae

Los Vivérridos son carnívoros, ávidos de sangre, que, como los Cánidos, han conservado muchos caracteres primitivos; si en el aspecto de la dentición aparecen más evolucionados que aquéllos por la pérdida de algunas piezas tuberculosas, por la estructura del esqueleto, en cambio, son casi de tipo más arcaico que aquéllos. Mientras que en los *Canidae* todavía se encuentran algunas ramas fósiles (*Simocyoninae*, *Thaumastocyoninae*) que adquieren marcados grados de especialización, los *Viverridae* muestran en su conjunto una facies anatómica de gran uniformidad, sin formas aberrantes dentro del tipo general. Por las semejanzas de su carácter dentario, no es nada aventurado afirmar que descenden de antepasados comunes con los Cánidos y, por otro lado, se cree que de ellos se separaron en el Eoceno los *Mustelidae* con una evolución más marcada en la región tuberculosa. En ciertos géneros, en el *Ichittherium*, por ejemplo, se observa como un tránsito de esta familia a la de los *Hyaenidae*, por la reducción y atrofia de la segunda tuberculosa superior y por un reforzamiento de los premolares que se acrecienta en las especies de mayor talla del mencionado género, de tal manera que, en algunas de ellas, por el aspecto general de la dentición, si se

prescindiese de este M 2, se confundirían fácilmente con algunos tipos de Hiénidos, algunas de cuyas especies todavía conservan rasgos de Vivérido (*Lycyaena*, *Hyaenictis*).

En la especie nueva que se describe más adelante, se observa, aún más marcada que en *I. hipparionum* Gaudry, del Pontiense, esta tendencia hieniforme que llevó a Gervais a considerar a esta última especie como un antecesor de las hienas y le dió el nombre genérico de *Palhyaena*.

Los *Viverridae* aparecen en Europa a partir del Eoceno superior y descienden probablemente de los *Viverravinae* de América del Norte y Europa. Tienen numerosos representantes fósiles en el Mioceno; se conocen especies del Mioceno medio pertenecientes a los géneros *Viverra*, *Herpestes* y *Progenetta*. En cambio, hasta el presente, no se tenía noticia de ninguna especie vindoboniense del género *Ictitherium* (1); nuestra nueva especie *I. Montadai* hace remontar este género hasta el Mioceno medio, lo que quizás venga a reforzar la opinión de Gervais.

Los verdaderos *Viverridae* fósiles son propios del antiguo Continente y, en la actualidad, asimismo, sólo se encuentran en Africa, Asia y América meridional.

ESPECIES DESCRITAS:

Viverra sansaniensis Lartet.

Herpestes (Leptoplesictis) aurelianensis Schlosser.

Herpestes cf. dissimilis Mayet.

Herpestes cf. crassus Filhol.

Ictitherium Montadai nova sp.

Ictitherium sp.

(1) El *I. sarmaticum* Paulow, de Kischinew (Marie Paulow: «Quelques Carnivores fossiles du Gouvernement de Kherson et de Besarabie». Mem. Soc. Nat. Nouv. Russie. T. XXXII, 1908) es igual a *Progenetta incerta* Depéret, de la Grive.

Viverra sansaniensis Lartet

(Texto: fig. 23.—Lám. VI: figs. 1, 1 a y 1 b)

Lartet: Notice sur la colline de Sansan, pág. 18. 1851.

Gervais: Zool. et Paleont. franç., 2 edit., pág. 222, lám. XII, fig. 1. 1859.

Filhol: Mammifères de Sansan, pág. 118, lám. V, figs. 10-12. 1891.

Mayet: Mammifères de l'Orleanais, pág. 311. 1908.

Sthelin et Helbing: Catalogue de la Col. Bourgeois, págs. 61-62, figura 15. 1925.

PIEZA DESCRITA:

1 fragmento de mandíbula izquierda con P 3, P 4 y fragmento del M 1 (Col. Crusafont, Museo de Sabadell).

La presente especie es nueva para la fauna vindoboniense española y el ejemplar, procedente de Hostalets de Pierola, coincide perfectamente con las distintas piezas descritas con este nombre y halladas en Sansan, Pont-Leboy y Ruemikon (Cantón de Zurich). Este Vivérido, según la opinión de Helbing y Sthelin, parece muy próximo



Fig. 23.—*Viverra sansaniensis* Lartet. —Fragmento de mandíbula izquierda con P 3, P 4 y parte del M 1 (tamaño natural).—1. Cara externa.—2. Cara interna.—Col. Crusafont, Museo de Sabadell. Hostalets de Pierola.

a la especie *Viverra steinheimensis* Fraas, de Steinheim y de la Grive Saint-Alban.

En nuestras continuas búsquedas por el yacimiento del Panadés, sólo nos ha sido dado encontrar un solo ejemplar, constituido por un fragmento de mandíbula, que soporta el tercer y cuarto premolares, que se hallan en excelente es-

tado de conservación, y un fragmento de la carnífera representada por su porción anterior (paracónido).

El P 3 es de forma triangular, con punta aguda y bordes cortantes. La base de la corona presenta un reborde que se redondea en forma de tubérculo en la porción anterior. En la posterior se ensancha, dando lugar a un pequeño talón que soporta a poca distancia (a un tercio de la altura total del diente) un dentículo poco acusado.

El P 4 tiene la misma forma que el anterior, siendo, con todo, un poco más alargado y tiene la punta dirigida un poco más hacia delante. El talón y puntas accesorias (anterior y posterior) son un poco más fuertes que en la pieza precedente. El diente está implantado oblicuamente sobre la mandíbula, de delante hacia atrás y de dentro hacia fuera.

La carnífera (M 1) está reducida en nuestro ejemplar a su porción anterior, que es bialada. Por otra parte, en la mandíbula se aprecia la impresión de su raíz posterior. Un foramen mandibular se aprecia al nivel de la raíz anterior del P 3.

Dimensiones:

| | | |
|---|-----|-----|
| P 3.—Longitud..... | 7 | mm. |
| Grosor..... | 2,5 | » |
| Altura..... | 4 | » |
| P 4.—Longitud..... | 8 | » |
| Grosor..... | 3 | » |
| Altura..... | 4,5 | » |
| Altura de la mandíbula al nivel de la carnífera (borde ant.)..... | 11 | » |
| Grosor de la mandíbula bajo la carnífera..... | 5 | » |

Estas medidas coinciden exactamente con las de los

ejemplares de Sansan. En cambio, el P 4 de Pont-Leboy es algo más corto (7 mm. según Sthelin y Helbing).

Esta especie era mayor que la Gineta actual (*V. Genetta*) y, según la opinión de Lartet, marca la forma de tránsito hacia las Mangostas, a juzgar por la forma general de los dientes. Además del tamaño, la presente especie se distingue de la Gineta, por poseer en el P 3 un tubérculo, que no se halla en el diente homólogo de la especie actual. En ésta, la pieza en cuestión es más estrecha y más cortante.

LOCALIDAD:

Hostalets de Pierola.

Herpestes (*Leptoplesictis*) aurelianensis Schlosser

(Texto: fig. 24.—Lám. VI: figs. 2 y 2 a)

Plesictis.—Gervais: Zool. et Paleont. generales, I parte, pág. 157, lámina XVIII, fig. 5. 1867-69.

Stenogale aurelianensis.—Schlosser: Die Affen, Lemuren, etc., páginas 153-154. 1888.

Mayet: Mammifères fossiles de l'Orléannais, págs. 223-225, figura 72. 1908.

Herpestes aurelianensis.—Sthelin: Catalogue de la Col. Bourgeois, páginas 59-61, fig. 14. 1925.

PIEZA DESCRITA:

1 fragmento de mandíbula derecha con el C fragmentado, alvéolos del P 1 y P 2 y el P 3 entero y en perfecto estado (Col. Crusafont, Museo de Sabadell).

El yacimiento del Panadés, tan pródigo en Carnívoros, nos ha proporcionado esta pieza, cuyos caracteres coinciden con los de la especie de Schlosser. En efecto, sus detalles se corresponden con la descripción y la figura que publica Sthelin en su Catálogo de la Colección Bourgeois.

La presente especie fué atribuída en un principio, por Gervais, al género *Plesictis*; más tarde, Schlosser la consideraba como un *Stenogale* con el nombre de *S. aurelianensis* lo mismo que Mayet al referirse a la misma pieza. Por último, Sthelin y Helbing reconocieron sus caracteres de *Herpestes* y dejaron establecido su nombre específico como *H. aurelianensis*. Forsyth Major, en cambio, lo atribuyó al género *Leptoplesictis*. El *H. aurelianensis* es muy semejante, por sus caracteres, con el *Herpestes Filholi* descrito por Gaillard del yacimiento de la Grive Saint-Alban, señalándose solamente un carácter diferencial en cuanto se refiere al P 4 inferior, que en la especie de Pont-Leboy tiene una punta anterior más destacada, el talón más extendido y de contorno más puntiagudo. Con todo, la opinión de los paleontólogos suizos es de que el ejemplar de la Grive podría ser la misma especie de Pont-Leboy y, en este caso, *H. Filholi* sería *H. aurelianensis*.

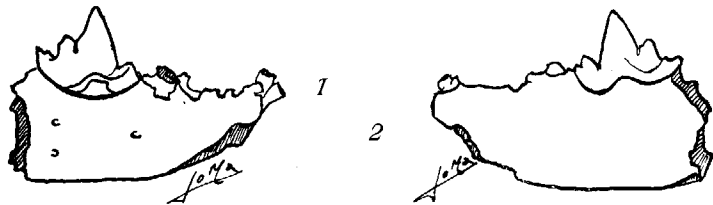


Fig. 21. — *Herpestes (Leptoplesictis) aurelianensis* Schlosser. — Fragmento de mandíbula derecha con P 3 (tamaño 3/1). — 1. Cara externa. — 2. Cara interna.
Col. Crusafont, Museo de Sabadell. Hostalets de Pierola

Herpestes aurelianensis Schlosser y *H. Filholi* Gaillard, que si no son la misma especie son, por lo menos, muy afines, son Vivérridos de muy pequeña talla, menor que la de los más pequeños Vivérridos vivientes. *Viverra minima* Filhol, de las fosforitas de Quercy, es la más vecina de las presentes por su talla, pero con todo, sus premolares y la

tuberculosa inferior, con dos raíces, la separan perfectamente de ellas.

Según Gaillard, las especies actuales menos alejadas de este pequeño *Herpestes* son: *Galidia elegans*, de Madagascar, y el *Herpestes griseus*, de la India, aunque de todos modos la presente especie es un tercio de aquéllas, su maxilar más alargado comparativamente y sus premolares más altos.

DESCRIPCIÓN.—El P 3 está formado por una punta principal muy elevada y cortante, llevando por delante un pequeño pero bien destacado denticulo basilar, y detrás un tubérculo accesorio sobre el borde externo y a la mitad de la altura de la punta principal. En la base de este tubérculo se halla un talón bien destacado. En conjunto, esta pieza es muy comprimida, siendo bastante más ancha por detrás que por delante.

El P 2 está fragmentado y de él queda solamente la parte correspondiente a la raíz posterior, donde se observa un talón como el del P 3, aunque más débil.

El P 1 era uniradiculado y, a juzgar por su alvéolo, muy pequeño.

El C, fuertemente desgastado, apenas sobresale de la mandíbula.

Sobre la cara externa de ésta, y debajo de la raíz posterior del P 2, se observa un pequeño foramen.

Dimensiones:

| | | |
|---|-----|-----|
| P 3.—Longitud..... | 4 | mm. |
| Anchura máxima | 1,5 | » |
| Altura en la punta principal..... | 3 | » |
| P 2.—Longitud..... | 3 | » |
| Altura de la mandíbula bajo el P 3..... | 4,8 | » |

Esta última medida es exactamente la misma que dan Sthelin y Helbing para el ejemplar de Pont-Leboy.

La presente especie, aparte de lo que hemos indicado respecto del yacimiento de la Grive Saint-Alban, sólo se conoce de Pont-Leboy. Nuestra localidad es, pues, la segunda o tercera europea.

LOCALIDAD:

Hostalets de Pierola.

Herpestes cf. dissimilis Mayet

(Lám. VI: figs. 3 y 3 a)

Mayet.—Mammifères fossiles des sables de l'Orleanais et des faluns de la Touraine. Lám. XII, fig. 12. 1908.

Sthelin et Helbing.—Catalogue de la Col. Bourgeois, pág. 56, fig. 13. 1925.

PIEZAS DESCRITAS:

1 fragmento de mandíbula derecha con fragmento del P 4 y el M 1 entero (Col. Montada).

Atribuible a esta especie poseemos un fragmento de mandíbula que soporta una carnífera que, por su talla y conjunto de caracteres dentarios, es casi idéntica a la figura dada por Sthelin y Helbing, y se corresponde perfectamente con su descripción por estos autores. Solamente la altura del hueso mandibular es menor en nuestro ejemplar que en la especie tipo. Su talla, no obstante, la separa claramente de las demás especies vindobonienses del género, *Herpestes crassus* Filhol, de la Grive, y *Herpestes (Leptoplectis) aurelianensis* Schlosser, de Pont-Leboy, esta última también de nuestros terrenos y cuya talla es muy pequeña. Por este último carácter se aleja, asimismo, del *Her-*

pestes aff. *lemanensis* Mayet, del Burdigaliense del Orleanés.

Sthelin y Helbing señalan también la presente especie de Simorre y Villefranche d'Astarac, a base de unos ejemplares inéditos de la Colección Lartet, del Museo de Toulouse.

DESCRIPCIÓN.—El P 4 está representado solamente por su porción trasera, donde se observa la punta posterior, que está rota, y el talón.

El M 1 tiene fragmentadas las puntas media e interna, presentando en perfecto estado el talón, el cual permite apreciar que su punta interna es más alta que las otras dos, siendo también estrecha, como ya indica Helbing, la escotadura que le separa del cono anterior. La longitud de esta pieza es de 11,5 milímetros.

El ejemplar objeto de la presente descripción fué hallado por el Sr. Montada en unas capas de arcillas rojizas, en las cercanías del pueblo de Hostalets, que nos han proporcionado además: *Pseudogalerix Sthelini* Gaillard, *Rhinoceros* sp. y *Dicroceras furcatus* Hensel.

LOCALIDAD:

Hostalets de Pierola.

Herpestes cf. crassus Filhol

(Texto: fig. 25)

Filhol: Carn. fossiles de la Grive Saint-Alban. Arch. du Mus. d'Hist. Nat. de Lyon, Tomo III, lám. IV, figs. 10-11. 1883.

Depéret: Vertébrés miocènes de la Vallée du Rhone. Arch. Mus. de Lyon. Tomo IV, págs. 135-136. 1887.

Depéret: Mammifères miocènes de la Grive Saint-Alban. Arch. Mus. de Lyon. Tomo V, pág. 31-33, lám. I, figs. 14-17. 1892.

Schlosser: Die Affen, Lemuren, etc., pág. 437. 1888.

Trouessart: Catal. mammalium, fasc. II, pág. 332. 1897.

Gaillard: Mammifères miocènes de la Grive St. Alban, Arch. Mus. de Lyon. Tomo VII, págs. 60-62, lám. II, fig. 1 y 3. 1899.

PIEZA DESCRITA:

1 fragmento de mandíbula derecha con el P 3 fragmentado y el P 4 entero (Col. Villalta).

Señalamos la presencia en el yacimiento de Hostalets de Pierola de un Herpéstido de gran talla, por este fragmento de mandíbula hallado en las cercanías de Can Mata de la Garriga.

La pieza en cuestión presenta un conjunto de caracteres que la aproximan a *Herpestes crassus* Filhol: premolar fuertemente engrosado en su parte posterior, con talón

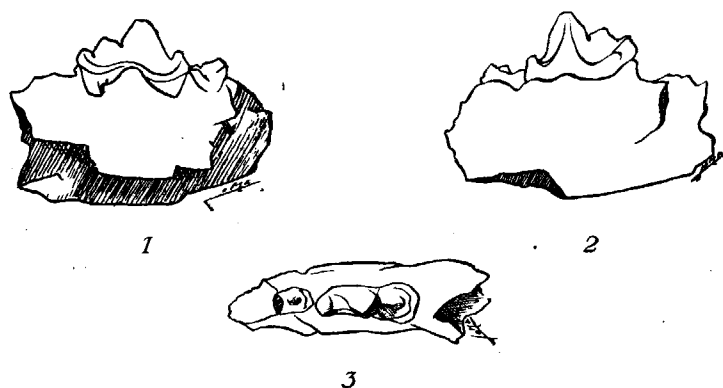


Fig. 25.—*Herpestes* cf. *crassus* Filhol.—Fragmento de mandíbula derecha con P 4 (tamaño natural).—1. Cara externa.—2. Cara interna.—3. Vista superior.
Col. Villalta. Hostalets de Pierola

elevado en forma de reborde basilar y colocado ligeramente oblicuo hacia el interior del eje de la mandíbula.

La talla de nuestro Herpéstido es algo superior a la de la especie de Filhol, es decir, mayor que la de los ejemplares de gran talla conocidos de la Grive. En efecto, De-

péret, señala un premolar cuarto, cuya longitud es de 13,5 milímetros, mientras que nuestro ejemplar mide 14,5. De todos modos, las diferencias individuales de talla son bastante acusadas en la presente especie. Gaillard cita un ejemplar en el cual el P 4 mide sólo 9,5 milímetros. De todos modos, consideramos nuestra pieza como insuficiente para hacer una atribución con el máximo de garantías, por faltarle la carnífera, que es la pieza más característica. Esperamos que nuevos hallazgos nos permitan precisar con un criterio más absoluto.

LOCALIDAD:

Hostalets de Pierola.

***Ictitherium Montadai* nova sp.**

(Texto: figs. 26, 27 y 28.—Láms. VII y VIII: completas. Lám. IX: fig. 1.

Lám. X: figs. 1, 1 a y 1 b)

PIEZAS DESCRITAS:

- 1 cráneo con las series dentarias casi completas (Colección Montada).
- 1 mandíbula derecha con P 2, P 3, P 4 y M 1 y alvéolos de los demás dientes de la serie (Col. Crusafont, Museo de Sabadell).
- 1 canino superior izquierdo (Col. Montada).
- 1 P 4 inferior derecho (Col. Villalta).

En un capítulo anterior de este mismo trabajo hemos hablado ya extensamente del descubrimiento de la brecha osífera de Hostalets y de la determinación de su edad paleontológica. Uno de los primeros ejemplares que extraímos de la misma fué el cráneo de un gran carnívoro, que ya de momento consideramos como perteneciente al género *Ictitherium*. Apreciamos enseguida ciertas notables

diferencias en esta pieza al compararla con la correspondiente del *I. hipparionum* del Pontiense, que era la única que por su talla (la más elevada del género) era cercana a la nuestra. Más adelante, ya en plena exploración de la aludida brecha, descubrimos una mandíbula de la misma especie, indudablemente, que el cráneo, aunque perteneciente a distinto individuo, según podía apreciarse con el estado de desgaste de las piezas dentarias. Un premolar cuarto inferior había sido descubierto anteriormente por nosotros, no muy lejos del lugar de emplazamiento de la brecha, aunque rodado. Las diferencias con *I. hipparionum* quedaron reforzadas al estudiar detenidamente las piezas inferiores, así como el hueso mandibular, y se correspondían perfectamente con las observadas en el cráneo. Todo ello nos llevó como de la mano al convencimiento absoluto de tratarse de una nueva especie, la primera conocida del Vindoboniense como perteneciente al género *Ictitherium*, que de esta manera se remonta hasta este piso, ya que hasta el presente sólo era conocido del Pontiense (véase más adelante lo que hemos dicho respecto de la homología de *Ictitherium sarmaticum* Paulow con *Progenetta incerta* Depéret. En opinión de Viret, *Progenetta* es un verdadero *Ictitherium* con caracteres arcaicos, el cual, entonces, aparte de la talla y de otros caracteres diferenciales, se aparejaría con el nuestro).

Del estudio de las especies conocidas hasta el presente del género *Ictitherium* se deduce que a medida que aumenta la talla de las mismas se observa un progresivo desarrollo de ciertos caracteres hienoides en los tales Vivérridos, de tal manera que la mayor de ellas, o sea el *I. hipparionum*, era el más cercano a las hienas por sus caracteres dentarios y fué por este motivo que Gervais llegó a crear para ella un nuevo género *Palhyaena*, que de todos modos

no fué aceptado por algunos paleontólogos posteriores. Con todo, las relaciones entre las distintas especies de *Ictitherium* son bastante estrechas, por lo que se refiere a los distintos accidentes de las piezas dentarias. Al estudiar nuestro fósil observamos, como ya hemos dicho en un principio que su talla era muy aproximada a la del *I. hipparionum*. Ello, no obstante, al compararlo con esta última y con las demás del género, vinimos a la consecuencia de encontrarnos ante una especie todavía más hienoide que todas ellas, de tal forma que, a no ser por su fórmula dentaria, todavía dentro de la de la familia de los Vivérridos, es decir, con dos tuberculosas superiores y una inferior, creeríamos encontrarnos ante una verdadera hiena, todavía poco evolucionada. Como ya se observará por los dibujos y fotografías que se insertan, así como por la descripción detallada de las piezas, que damos más adelante, estos caracteres hienoides, mucho más acentuados que los que ya se advierten en el *I. hipparionum* del Pontiense, consisten, sobre todo, en el retraimiento de las mandíbulas, que se acortan y robustecen, lo que redundo en la reducción de los espacios o diastemas interdentarios y en el engrosamiento de los premolares, que de lenticulares pasan a convertirse en formas más cónicas y robustas; el reforzamiento, por tanto, de la porción media de los premolares, el desarrollo más marcado del talón o hipocónido, que forma un reborde saliente, la reducción en longitud de este hipocónido con relación a la longitud total de las piezas. En el maxilar, la disposición y forma de la primera tuberculosa, que de triangular pasa a oval-alargada, tan semejante a la de las hienas; el tercer premolar, de forma tan cónica y robusta en comparación con la pieza correspondiente de *I. hipparionum*; y en el cráneo la suavidad de la pendiente del frontal, el desarrollo progresivo de las apófisis post-glenoides, et-

cétera. Resumidamente, en cada detalle de todas y cada una de las piezas superiores e inferiores, así como en la forma general de las partes del cráneo, se observa esta indiscutible tendencia a la hieniformidad anatómica.

Por todas estas consideraciones hemos determinado establecer una nueva especie, cuyo diagnóstico es el siguiente:

Especie de Ictitherium con notables caracteres hieniformes, mucho más acentuados que en el I. hipparionum Gaudry del Pontense europeo, y que se concretan a la forma y caracteres del cráneo, de los maxilares y mandíbulas. Mayor retracción maxilar y mandibular, con consiguiente reforzamiento del protocónido de los premolares, que se hacen cónicos; acortamiento del hipocónido, con correspondiente ensanchamiento del mismo, forma más aguda por adaptación a un régimen de carroña. Tuberculosas superiores de forma alargada y oval, formando con la carnicera un ángulo de mayor abertura que en las demás especies del género. Apófisis post-glenoides más pronunciadas, con tendencia al tipo hiena. Frontal de pendiente suave y mayor abertura de las órbitas.

DESCRIPCIÓN DE LAS PIEZAS:

Cráneo.—Este ejemplar se halla en bastante buen estado de conservación, aunque por efecto de la presión se halla algo aplastado y muestra un cierto aspecto disimétrico. Le falta parte de la región occipital y los arcos zigomáticos son incompletos. También se hallan rotas y en mal estado las cajas auditivas, lo que impide la observación de lo referente al septum característico de los Vivérridos. Tampoco puede observarse la apófisis paroccipital. Los caracteres que se observan con mayor precisión son los siguientes: cresta sagital delgada y alta que, al llegar al nivel de la

sutura parieto-frontal, se bifurca para terminar esfumándose en las apófisis post-orbitarias. Morro aplanado. Los nasales e intermaxilares están hundidos con relación a los maxilares, los cuales limitan como una especie de canal. La

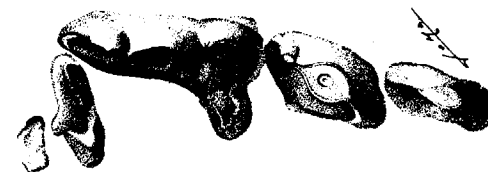


Fig. 26. — *Ictitherium Montadai* nova sp.

Serie superior derecha con P 2, P 3, P 4, M 1 y M 2. Vista superior (algo reducido).
Col. Montada. Brecha de Hostalets de Pierola

caja craneana es considerablemente pequeña. Los caracteres hieniformes se aprecian al observarse la pendiente suave del frontal en comparación con el declive del cráneo de los *Ictitherium*, singularmente en *I. hipparionum*, así como el mayor desarrollo de las apófisis post-glenoides y en la mayor abertura de las órbitas.

Dimensiones:

| | |
|--|---------|
| Longitud aproximada | 200 mm. |
| Anchura comprendiendo los arcos zigomáticos. | 140 » |
| Anchura al nivel de los caninos | 44 » |
| Anchura del paladar en los bordes posteriores de las carniceras | 75 » |
| Anchura máxima al nivel de las apófisis mas- toideas | 78 » |
| Anchura entre las apófisis post-orbitarias | 65 » |

Maxilar.—El maxilar derecho, con excepción del P 1, presenta todas las piezas de la región molar; en el izquierdo falta, además, la segunda tuberculosa.

El alvéolo del P 1, que se observa bien en el maxilar derecho, es ligeramente oval y daba cabida a una pieza uniradiculada. La tendencia indicada antes respecto a la disminución de los diastemas interdentarios como consecuencia del retraimiento de las series, se aprecia ya en el P 1, el cual se halla más apretado entre el canino y el P 2 que en las demás especies del género.

El P 2, biradiculado, es alargado, relativamente estrecho y, al revés de lo que sucede en *I. hipparionum*, es ligeramente más ancho de detrás que de delante, a semejanza de lo que sucede en los hiénidos. Presenta en su cara interna y cerca del borde anterior, una cresta que termina en un pequeño abultamiento basilar. El paracono está situado un poco hacia la porción anterior del diente. El borde anterior es redondeado; el posterior presenta una cresta con un muy débil dentículo posterior (metacono), situado aproximadamente a la mitad de la altura de la pieza y un reborde basilar elevado y poco marcado.

El P 3 tiene, visto por encima, una forma romboidal en contra de la rectangular de las otras especies de *Ictitherium*, con un patente reforzamiento del paracono, de forma muy cónica, como de adaptación hieniforme. La relación de la longitud de esta pieza a su anchura es bastante menor que en diversas piezas homólogas del *I. hipparionum*. En el mismo se observa una cresta vertical, situada en su borde interior y parte interna, proporcionalmente menos fuerte y que termina en un tubérculo basilar más fuerte que en el P 2. El borde basilar interno de este tubérculo describe una curva pronunciada, que determina que la sección del diente, no obstante estar colocado oblicuamente al eje del maxilar, sea romboidal, siendo por lo tanto más ancho del centro que de los extremos. Desde aquí este borde sube en pendiente suave, casi vertical, a unirse con la porción final de

la cresta principal. El paracono, como ya hemos dicho, es bastante robusto, cónico y, en el ejemplar, desgastado. El metacono está separado del anterior por un angosto valle. Este metacono es, proporcionalmente, mucho más fuerte que en el P 2, pero menos fuerte que en la pieza homóloga del *I. hipparionum*. Se advierte, pues, la reducción del talón posterior, como indicaremos también en los premolares inferiores, con consiguiente reforzamiento de la punta principal, carácter claramente hienoide.

La carnicera consta de un protostilo fuerte, separado del paracono por un valle estrecho, no formando nunca una punta cónica bien aislada como en *I. hipparionum*. Esta punta lleva adosada, en su porción interna, un protocono relativamente fuerte y separado del protostilo por una foseta profunda, uniéndose, en cambio, por una loma, con el paracono (diferencia con *I. hipparionum*). Este protocono está bien destacado, formando con la cara interna del paracono y metacono un ángulo casi recto (no como en *I. hipparionum*, en donde el protocono está muy poco destacado y se une casi rectamente con el paracono, el cual es casi tan ancho como protostilo y protocono juntos). La forma general del diente recuerda más a *I. robustum* (más estrecho aún éste en la punta principal). El paracono es fuerte, estando bien separado del metacono por un valle que, sobre todo por la cara externa, le separa claramente de este último. Este paracono es más estrecho que en *I. hipparionum*. La punta posterior o metacono no presenta, como en *I. hipparionum* (no obstante su desgaste que es, de todos modos, poco acusado por la cara externa) un surco perpendicular, que separaría esta última punta en dos, sino está sustituido por una ligera concavidad. En resumen, la carnicera tiene el protocono mucho más prominente que su homóloga en *I. hipparionum*, y está unido al paracono

por una loma que no existe en aquella especie. Por lo demás, en su conjunto, es menos larga y más ancha y, al mismo tiempo, más fuerte y gruesa, menos cortante. También aquí, la relación de la longitud a la anchura es bastante menor que en piezas homólogas del *I. hipparionum*. El talón muestra, asimismo, el detrimento de la longitud de la pieza, siendo proporcionalmente más corto que en la especie tantas veces mencionada.

El M 1 es estrecho y alargado, de forma oval estirada, alejándose, pues, de la triangular de las demás especies del género y acercándose, en cambio, a la estructura de la pieza homóloga en los Hiénidos. Por otra parte, esta primera tuberculosa está situada casi perpendicularmente a la carnífera, cosa parecida a la posición de la misma en *Hyaena eximia*. En el *I. hipparionum* forma un ángulo agudo con el P 4. Esta primera tuberculosa consta de una punta anterior y otra posterior, dejando entre ambas una fosa central bastante desgastada en nuestro ejemplar. En el borde externo, y a la mitad de su longitud, se halla una punta prominente o pliegue, del cual parte una cresta que se dirige, primero oblicuamente y luego perpendicularmente, al borde interno, en donde se inflexiona.

La segunda tuberculosa es simple, atrofiada y alargada, en comparación con la homóloga de *I. hipparionum*, que es de forma más redondeada.

Atribuible a esta especie poseemos un fragmento de canino superior, hallado en la brecha a poca distancia del cráneo. Es del lado izquierdo y presenta sólo la corona. Es cónico, poco agudo, presentando en medio de la cara interna una cresta poco marcada, que poco antes de la base se inflexiona y se une con la cresta media del borde interno.

Dimensiones:

| | | |
|--|------|-----|
| Longitud total de la serie superior (desde el borde anterior del alvéolo del P 1 al borde posterior del M 2) | 72 | mm. |
| Distancia del centro del alvéolo del P 1 al borde anterior del P 2 | 3 | » |
| Canino. Longitud aproximada del esmalte | 23 | » |
| Alvéolo del P 1. Longitud | 5 | » |
| Anchura | 4 | » |
| P 2. Longitud | 14,5 | » |
| Anchura en la porción anterior | 7 | » |
| Anchura en la porción posterior | 7,5 | » |
| P 3. Longitud | 17,5 | » |
| Anchura máxima | 11,5 | » |
| P 4. Longitud | 27 | » |
| Anchura máxima al nivel del protocono.... | 16 | » |
| Anchura al nivel del surco que separa el protostilo del paracono | 7,5 | » |
| M 1. Longitud | 6,5 | » |
| Anchura máxima | 17 | » |
| M 2. Longitud | 4 | » |
| Anchura máxima | 7 | » |

Mandíbula. — Como hemos dicho al principio, poseemos de esta especie una mandíbula derecha en excelente estado de conservación. Los desgastes de las piezas son mucho menos acusados que los que se observan en las de los maxilares; por esta razón puede deducirse que los dos ejemplares son de individuos distintos. La hemos comparado minuciosamente con las piezas correspondientes del *Ictitherium hipparionum* Gaudry, de Maragha, descritas por Kittl [39].

La mandíbula en cuestión presenta parte del alvéolo del

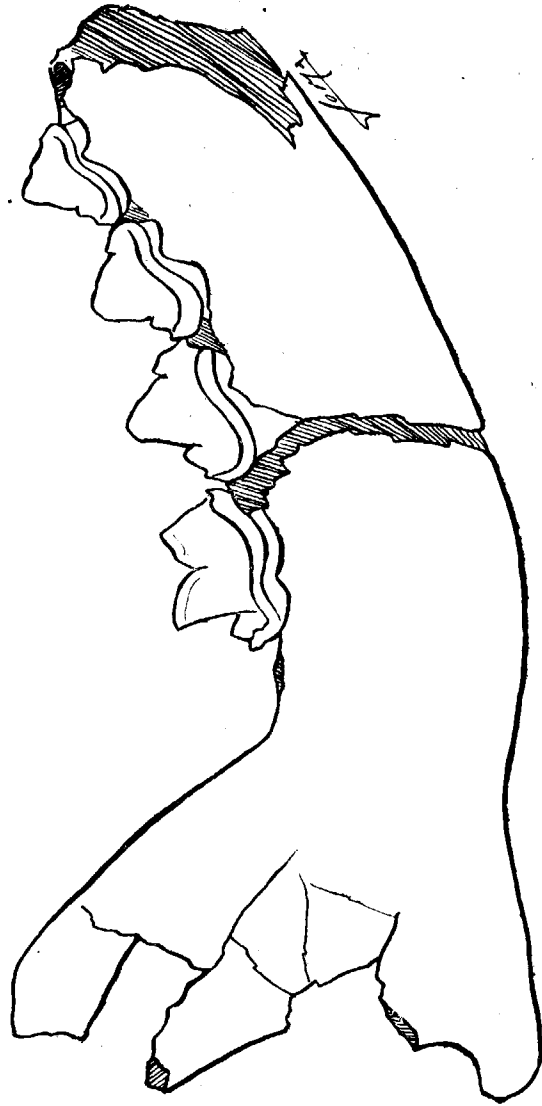
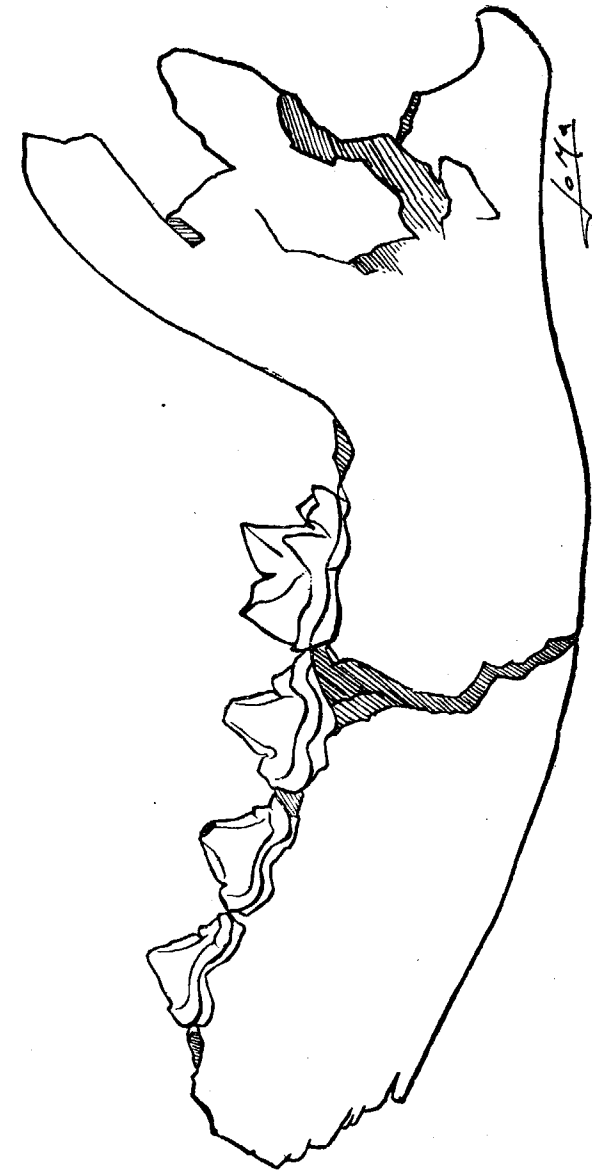


Fig. 27. — *Ictitherium Montlucii* nova sp. — Mandíbula derecha con P 2, P 3, P 4 y M 1 (tamaño natural). — Cara externa. — Col. Crusafont, Museo de Sabadell. Brecha de Hostalets de Pierola

canino, el del P 1 y el del M 1, existiendo todas las demás piezas de la serie excelentemente conservadas.

La rama mandibular de nuestra especie adquiere una



Cara interna de la mandíbula de la figura anterior

mayor robustez comparativamente a la de las especies conocidas de *Ictitherium*, haciéndose más ancha o alta y más corta proporcionalmente, lo que redonda en el apretamiento

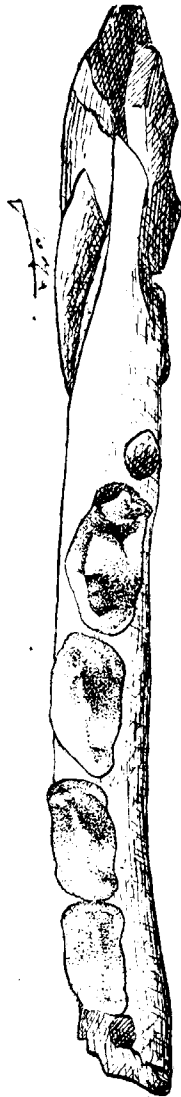


Fig. 28. — *Ictitherium Montiadai* nova sp. — La misma mandíbula de la figura anterior vista por encima (tamaño natural). — Col. Crusafont, Museo de Sabadell. Brecha de Hostalets de Pierola

to general de los dientes entre sí, sin dejar pequeños diastemas interdentarios, tal como ya observábamos al hablar de las piezas superiores. Por ello se acerca, aún más que el *I. hipparionum*, al tipo hiénido, cuya mandíbula es achatada y robusta, con el consiguiente engrosamiento de los dientes. Para una misma longitud, sensiblemente, entre nuestra especie y el *I. hipparionum*, la altura de la rama, que es de 31 milímetros en nuestro ejemplar, sólo llega a 26 en la especie pontiense.

El alvéolo del P 1 es pequeño, ligeramente oval, debiendo haber alojado una pieza unira-diculada y probablemente caediza con precocidad.

El P 2 es de forma triangular, estando el vértice situado más próximo a la raíz anterior. Visto por su cara externa se aprecia la existencia de un fuerte reborde basilar que, en el borde anterior, da lugar a un dentículo que no existe en la pieza homó-

loga de *Ictitherium hipparionum*. En el borde posterior, el tubérculo accesorio, situado a un tercio de la altura, es mucho menos fuerte y prominente que en *I. hipparionum*. El reborde basilar da lugar, en esta porción posterior, a un

talón o hipocónido que se prolonga formando un saliente sobre la cara postero-interna de la pieza, resultando por ello que vista esta pieza por encima, lejos de tener la forma ovalada característica de las demás especies del género, tiene los bordes externo e interno casi paralelos, excepto el pronunciado saliente indicado, todo lo cual lo aproxima a la pieza correspondiente de *Hyaena eximia* Roth et Wagner.

El P 3 es, como la pieza anterior, más corto y más alto, comparativamente a *I. hipparionum*. Comparado con la pieza homóloga de esta última especie se observa: el protocónido está situado entre las dos raíces (posición central) y no en posición posterior; el reborde basilar, en la porción anterior interna, forma una punta cónica, que falta en absoluto en aquella especie. El dentículo accesorio posterior es también mucho más reducido y el hipocónido o talón se ensancha igualmente que en el P 2, formando un abultamiento menos fuerte que en el mismo, como sucede también en las hienas.

El P 4 es también, comparativamente, más corto y más alto. El protocónido está también más pronunciado, siendo característica, sobre todo, la punta posterior interna, que está formada por el reborde basilar del talón, el cual está mucho más destacado que en el *I. hipparionum*. La forma general del diente da la idea de ser mucho más fuerte y robusto.

El M 1, asimismo más corto, alto y robusto, es notable por la gran reducción del hipocónido; el paracónido y el protocónido están próximos, formando sus bordes un ángulo más cerrado del que dibujan las homólogas de la carnicera del *I. hipparionum*. El metacónido es fuerte y más destacado, estando situado al nivel del borde posterior de la punta principal.

El alvéolo del M 2 es pequeño, ligeramente oval, demostrando una pieza uniradiculada y rudimentaria.

Los desgastes de las piezas de la mandíbula afectan a las puntas principales de los P 3 y P 4, formando unas superficies casi horizontales. También afectan a la cara externa del paracónido y del protocónido del M 1, formando bisel.

En resumen, las piezas inferiores son, comparativamente a *I. hipparionum*, mucho más robustas, las puntas principales de los premolares mucho más cónicas y fuertes; son en general, más agudos, o sea más altos en relación con la longitud. El talón posterior, que se ensancha, lo hace en detrimento de su longitud y, por otra parte, se inicia la formación de una punta accesoria anterior en el P 2, que falta en *I. hipparionum*. Se refuerza, por lo tanto, la evolución hacia un tipo más hienoide, coincidente en un todo con lo ya observado en el cráneo y maxilares.

Dimensiones:

| | | |
|--|------|-----|
| Longitud total de la serie dentaria desde el borde anterior del P 1 hasta el borde posterior del M 2 | 80 | mm. |
| Altura de la rama mandibular bajo la carnicera | 31 | » |
| Alvéolo del P 1. Longitud aproximada | 5 | » |
| Anchura aproximada | 4 | » |
| P 2. Longitud | 14,5 | » |
| Anchura máxima | 8 | » |
| P 3. Longitud | 16,5 | » |
| Anchura máxima | 9 | » |
| P 4. Longitud | 18 | » |
| Anchura máxima | 10 | » |
| M 1. Longitud | 20,5 | » |
| Anchura máxima | 9 | » |

| | | |
|--------------------------------|---|-----|
| Alvéolo del M 2. Longitud..... | 6 | mm. |
| Anchura | 4 | » |

La pieza de la Colección Villalta que, como hemos dicho, es un P 4 inferior derecho que fué hallado suelto y con anterioridad al descubrimiento de la brecha, presenta las mismas características de la pieza descrita más arriba, siendo sus dimensiones algo mayores: longitud, 19 mm.; anchura, 11 milímetros.

Comparaciones.—A través de la anterior descripción de las piezas del *Ictitherium* de Hostalets, hemos hecho referencia de sus analogías y diferencias con los *Ictitherium* del Pontiense europeo, principalmente con el *I. hipparionum* Gaudry, cuya talla es análoga a la del Carnívoro del Panadés. También hemos indicado que la *Progenetta incerta*, descrita por Depéret de la Grive es, en la opinión de Viret, un verdadero *Ictitherium*, que se corresponde por la talla y demás caracteres con el *I. sarmaticum* Pavlow, descrito en 1908. Por lo demás, el Vivérrido de la Grive, aparte de su talla, inferior a la del *I. Montadai*, se mantiene en un grado mucho menos hienoide que nuestro fósil.

En cuanto a las formas asiáticas del género, debemos indicar que los Vivérridos de los Siwaliks medios, descritos con los nombres de *Palhyaena indica* y *Lepthyaena* sp., han sido atribuidos por Matthew («Critical Observations upon Siwalik Mammals», Bull. of the Amer. Mus. of Nat. Hist., vol. LVI. New-York, 1929) a *Palhyaena (Ictitherium) hipparionum*. Del Pontiense de China, Zdansky («Jungtertiäre Carnivoren Chinas». Paleontologia Sinica, Serie C, vol. 2, fasc. 1. Peking, 1924) ha descrito cuatro especies de *Ictitherium*, el *I. Gaudryi*, *I. sinense*, *I. Wongi* e *I. hyaenoides*, de las cuales la última, con el desarrollado metacono de su carnicera superior y sus tuberculosas reducidas,

parece ser—aparte de su posición estratigráfica—la más vecina de nuestro Vivérrido. En la opinión de Arambourg y Piveteau («Les vertébrés du Pontien de Salonique». *Annales de Paleontologie*. Vol. XVIII. Paris, 1929) las tres primeras especies deben ser atribuidas a las ya conocidas del Pontense europeo.

Relaciones filogenéticas.—Se admite generalmente en Paleontología mastodológica que el género *Ictitherium* es una forma transicional entre los Vivérridos y los Hiénidos. Los primeros, más propiamente carnívoros, pasarían a los segundos por atrofia y desaparición del M 2 superior y regresión del M 1 superior y M 2 inferior, reforzamiento de los protocónidos de las piezas inferiores, reducción consiguiente y compensadora de los talónidos para adaptarse a un régimen de carroña, de trituración de huesos. No parece propio, de todas maneras, aceptar que esta transición se hubiese realizado a través del *Ictitherium hipparionum* como creía Gervais (quien creó para esta especie el nombre genérico de *Palhyaena*), por la sencilla razón de ser aquel Vivérrido contemporáneo de las primeras hienas fósiles (*Hyaena eximia*, *Lycyaena chaeretis* y *Hyaenictis graeca*) durante el Pontense. Más bien debe creerse que *Ictitherium* y las hienas deberían descender de un tronco común bastante cercano a ambos. Nuestra especie *I. Montadai*, que hace remontar el género hasta el Vindoboniense, parece indicarnos un anillo bastante próximo al punto de confluencia, o mejor, de separación, de ambas ramas filogenéticas. ¿O es que podríamos creer, que, con ella, nos encontramos ya en este anunciado tronco común? Es evidente que los caracteres hienoides, en nuestra especie, casi llegan a rebasar a los típicamente vivérridos, que se concretan ya casi solamente a la fórmula dentaria propia de aquella familia. Entonces ¿estaría desencaminado restau-

rar para nuestra especie el nombre del género *Palhyaena* de Gervais? Entre las hienas pontienses parece tener el género *Lycyaena* la mayor verosimilitud de descendencia común con los *Ictitherium*, por conservar todavía una tuberculosa inferior y un metacónido bien marcado en el M 1 inferior. En nuestra especie de Hostalets, en efecto, parecen fundirse los caracteres de *Ictitherium* y de *Lycyaena*. ¿Se habría desgajado esta última de la rama del primero por la atrofia progresiva del M 2 superior?

Esperamos que nuevas formas de transición vengan a ilustrarnos más sobre este punto, y podamos en un día próximo trazar con mayores seguridades una línea filogenética que, hasta el presente, se advierte todavía algo confusa (1).

Dedicamos la presente especie a nuestro gran amigo y compañero de exploraciones paleontológicas D. Juan Montada, a quien cupo el mérito de descubrir el cráneo del *Ictitherium* de Hostalets, al principio de la excavación de la tantas veces repetida brecha. Con ello queremos demostrarle nuestro agradecimiento por el gran entusiasmo que ha puesto siempre en su magnífica colaboración a nuestra labor.

LOCALIDAD:

Hostalets de Pierola.

(1) Posteriormente a la redacción de la presente monografía, el Dr. Viret, de Lyon, nos comunicó una fotografía de un premolar superior procedente de la Grive, que pertenece a un verdadero hiénido. Este hallazgo y el de otros restos de hienas en Chingi (India) y Tung-Gur (Mongolia), nos demuestran la existencia de verdaderas hienas en el Vindoboniense, lo cual descarta que *Ictitherium* sea un antecesor directo de las hienas.

Ictitherium sp.

Del yacimiento de Hostalets, y procedente de un nivel vindoboniense, la Colección Crusafont del Museo de Sabadell, posee un fragmento de cráneo y una mandíbula derecha, desprovistos ambos ejemplares de las piezas dentarias. Únicamente se halló en el mismo lugar un fragmento de un premolar, que parece ser el cuarto de la serie inferior. El fragmento de cráneo con parte del maxilar derecho presenta los alvéolos del canino, del P 1 y del P 2 y la mandíbula, los de todas las piezas de la serie. La forma general de la mandíbula parece diferir ligeramente del *I. Montadai*. Con todo, la falta de los dientes y el estado deficiente de conservación de los ejemplares en cuestión, nos impiden hacer una determinación exacta.

LOCALIDAD:

Hostalets de Pierola.

Familia Felidae

Los Félidos son los carnívoros que se presentan con un grado más marcado en la reducción de sus piezas dentarias y, al propio tiempo, con una mayor especialización: por efecto de la disminución en el número de los premolares y tuberculosas y su adaptación a un régimen extremadamente carnívoro, se observa en ellos un acortamiento de mandíbulas y maxilares, por lo cual el cráneo aparece con una forma globulosa y acortada en relación con el de los demás carnívoros, que es, en general, alargado y con hocico pronunciado. Los más primitivos todavía muestran una mayor

longitud de la cavidad cerebral; las formas más modernas, más evolucionadas, tienen el cráneo ancho y corto.

El origen de los *Felidae* es todavía dudoso, pero se cree que derivan del género americano *Dinictis*, tanto los verdaderos felinos como los machairodontidos. Estos últimos parecen derivar por la línea de *Hoplophoneus*, mientras que los primeros seguirían por la de *Proailurus*. Los *Felidae* se dividen en dos subfamilias: *Machairodontinae* y *Felinae*. La antigua subfamilia de los *Proailurinae* se ha fundido con los felinos por sus probadas analogías con estos últimos.

Mientras que los *Machairodontinae* se han extinguido completamente a partir del Pleistoceno, todavía existen abundantes representantes de los felinos por toda la superficie del Globo, con la sola excepción de Australia.

* * *

De la primera subfamilia y del Mioceno europeo se conocen sólo dos géneros: *Machairodus* y *Albanosmilus*, este último creado por Kretsoi a partir de la antigua especie *Machairodus Jourdani* Filhol, de la Grive. Son análogos al género americano *Smilodon* (más todavía el último que el primero), que todavía aparece más evolucionado que sus homólogos europeos, asemejándose más a los felinos actuales. Por las descripciones que se insertan más adelante, se verá que ampliamos considerablemente el conocimiento sobre el género *Albanosmilus* (hasta ahora basado en una sola especie y en unos escasos restos de la Grive) con el descubrimiento de una mandíbula de leche del *A. Jourdani* Filhol y de un buen número de piezas definitivas de una variedad nueva, que hemos llamado *Andresi*, de la misma especie.

En cuanto a los *Felinae* sólo se conocen del Mioceno europeo, especies encuadradas en dos únicos géneros, *Pseudaelurus* y *Felis*, el primero con talón en la carnícera inferior; el segundo sin él. En nuestros yacimientos vindobonienses se hallan especies pertenecientes al primero de dichos géneros, dos de ellas ya conocidas: *P. quadridentatus* y *P. transitorius* y una de ellas nueva para la fauna vindoboniense, el *Pseudaelurus Marini*.

ESPECIES DESCRITAS:

Albanosmilus Jourdani Filhol.

Albanosmilus Jourdani Filhol, var. *Andresi* var. nova.

Pseudaelurus quadridentatus Blainville.

Pseudaelurus transitorius Depéret.

Pseudaelurus Marini nova sp.

Albanosmilus Jourdani Filhol

(Texto: figs. 29 y 30. Lám. XIII: figs. 5, 5 a, 5 b y 5 c)

Filhol: Observations relatives sur les carnassiers fossiles de la Grive Saint-Alban. Arch. Mus. de Lyon. Vol. III, pág. 57-59, lámina IV, figs. 3, 4 y 5. 1883.

Fraas: Wurtembergische Jahreshafte. Pág. 319, Taft. IV, figs. 2 a y b. 1885.

Depéret: Vertébrés de la Vallée du Rhone. Arch. Mus. de Lyon. Volumen IV, págs. 127-128, lám. XIII, fig. 4 y lám. XIV, figs. 2 y 3. 1887.

Schlosser: Die Affen, Lemuren, etc., págs. 435-436. 1888.

Depéret: Mammifères miocènes de la Grive Saint-Alban. Arch. Mus. de Lyon, Vol. V, pág. 18-19, lám. I, fig. 1. 1892.

Roman: Le Néogène continental dans la basse vallée du Tage, páginas 61-62, lám. III, fig. 8. 1907.

Kretzoi: Materialien zur phylogenetischen Klassifikation der Aeluroideen. Xème. Congrès Intern. de Zool. de 1927. Section VIII. p. 1.306-1.307. Budapest, 1929.

PIEZA DESCRITA:

1 mandíbula derecha de leche con Cd, D 3 y D 4 (Col. Crusafont, Museo de Sabadell).

La brecha de Hostalets de Pierola, a la que tantas veces nos hemos referido, nos suministró durante su excavación una fauna, en general, de animales de pequeña talla (*Micromerix flourensianus*, sobre todo, con más de 50 mandíbulas y maxilares, así como gran profusión de huesos triturados; pero conservando sus partes duras, articuladas) que parecieron ser víctimas del gran *Ictitherium Montadai*, que la acompañaba. Además de los pequeños cervatillos, se encontró un gran número de mandíbulas y de maxilares de leche de otros ciervos de mayor talla, lo que induce a creer que el gran carnívoro de Hostalets hizo presa en las pequeñas crías. Víctima de la misma fiera fué también un ejemplar juvenil de un felino, el *Albanosmilus Jourdani* Filhol.

* * *

Durante la excavación de la brecha fué hallada por uno de nosotros una pequeña mandíbula de un carnívoro, que al ser recogido apreciamos ya como perteneciente a un Férido por la estructura de sus piezas dentarias. Estudiándolo luego con mayor detenimiento, descubrimos en el ejemplar unos caracteres típicamente machairodontidos, que se concretaban a los caracteres generales de la dentición y a la forma y peculiaridades de la mandíbula. En primer lugar, el excavado diastema existente entre el canino y el primer premolar, demostraba el paso de un gran canino superior cultriforme, muy desproporcionado con el pequeño canino inferior existente en la mandíbula; el desarrollo hacia abajo de la apófisis mentoniana, típica de los Féridos de la subfamilia; las finas denticulaciones de los dientes; la debilidad de la apófisis coronoides denotando una gran abertura bucal, etcétera. En un principio, al observar detrás de la car-

nicera una especie de raja o alvéolo, creímos encontrarnos ante una forma aberrante con una supuesta tuberculosa inferior, lo cual no concordaba con la fórmula dentaria de ninguno de los géneros de Félidos conocidos. Se nos ocurrió también, entonces, que podría tratarse de una mandíbula juvenil de un Machairodóntido, por lo cual hicimos una observación radioscópica para ver de descubrir los gérmenes dentarios en el interior del hueso mandibular. Habiendo sido el resultado bastante dudoso y deseando resolver el dilema con absoluta garantía de seguridad, hicimos una consulta al Dr. D. Juan Viret, de Lyon, a quien enviamos el ejemplar para que nos emitiese su valiosa opinión. La respuesta del ilustre paleontólogo francés vino a confirmar nuestra última suposición, o sea la de tratarse de una mandíbula juvenil, llevando el canino y los premolares de leche. Para la demostración de su aserto, el Dr. Viret nos mandó una radiografía tomada sobre el ejemplar con su interpretación del implante de los gérmenes. Estos son poco visibles, en la opinión de Viret, por haber sido atacados y destruídos por aguas agresivas.

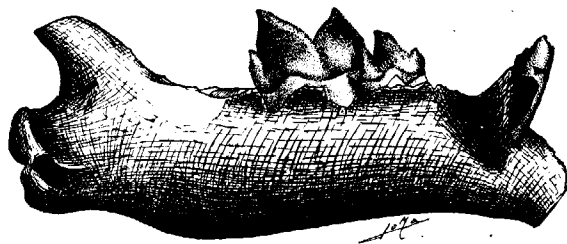


Fig. 29. — *Albanosmilus Jourdani* Filhol. — Mandíbula de leche con Cd, D 3 y D 4 (tamaño natural). Cara externa. — Col. Crusafont, Museo de Sabadell. Brecha de Hostalet de Pierola.

Con la venia de nuestro ilustre amigo, publicamos en el lugar correspondiente la mencionada radiografía y el croquis interpretativo: la raja que existe después del D 4 es la

fisura que precede a la salida de la carnícer definitiva. En cuanto a la implantación de los gérmenes dentarios en el interior del hueso mandibular transcribimos literalmente la opinión del Dr. Viret:

«Considero el espacio negro triangular que se halla bajo el lóbulo anterior de la carnícer, como el lugar de emplazamiento del germen del P 4; en seguida viene un espacio más claro, que no podría ser en ningún caso una raíz de la carnícer (ninguna raíz es posible en este lugar); por fin una nueva mancha oscura formando una punta bajo el lóbulo posterior de la carnícer, es, según mi opinión, el emplazamiento del paracónido de M 1, cuyo protocónido se dirige hacia atrás, en la dirección a la raja que se observa en la base de la apófisis coronóide. Esta raja no es un alvéolo, sino la fisura que preludia la salida del M 1, que lo hace siempre por su protocónido».

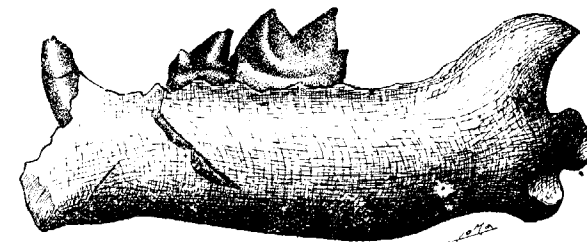


Fig. 30. — *Albanosmilus Jourdani* Filhol. — La misma mandíbula de la figura anterior. Cara interna. — Col. Crusafont, Museo de Sabadell. Brecha de Hostalet de Pierola.

Quedaba aún el aspecto de la atribución específica del ejemplar de Hostalet. En la opinión de Viret se trata, con muchas probabilidades, de la mandíbula de leche del Machairodóntido de la Grive *Albanosmilus Jourdani* Filhol, nuevo género creado por Kretsoi con los ejemplares de aquella localidad, antes considerados como *Machairodus*.

La separación del nuevo género, aceptada por Viret,

será justificada con nuevos datos por este paleontólogo en una revisión que está redactando sobre la fauna de la Grive Saint-Alban. La atribución específica de nuestro ejemplar se justifica por el hecho de tener los dientes de leche sus puntas dirigidas hacia atrás y por el D 3 con su punta accesorio posterior seguida de un talón alto (que está roto en nuestro resto) y que hace recordar al P 4 del *A. Jourdani*, de la Grive.

Al transcribir aquí estas valiosas opiniones y datos del ilustre profesor de Lyon, nos complacemos en consignarle nuestra profunda gratitud por la sabia orientación que en el presente caso nos ha dado.

Como diremos en la descripción del *Albanosmilus Jourdani*, de San Quírico, la presente especie presenta unos caracteres de especialización mucho más marcados que en las especies de *Machairodus* del Mioceno medio, acercándose a un cierto carácter esmilodóntido. Así parece también corroborarlo el P 3 inferior, uniradiculado, del ejemplar de San Quírico, demostrando ser un diente en vías de atrofia.

El ejemplar de la brecha de Hostalets, junto con las piezas dentarias de la misma especie halladas en el yacimiento de San Quírico, vienen a complementar el conocimiento, hasta ahora bastante incompleto, sobre el interesante Machairodóntido de la Grive Saint-Alban.

Dimensiones:

| | |
|--|--------|
| Longitud de la mandíbula desde la apófisis mentoniana a la coronoides..... | 72 mm. |
| Altura desde el extremo superior de la apófisis coronoides a la base de la mandíbula | 25 » |
| Altura de la mandíbula bajo el D 4 | 20 » |
| Grosor de la mandíbula (máxima, correspondien- | |

| | |
|---|--------|
| do a la base de la apófisis coronoides) ... | 12 mm. |
| Longitud del diastema entre Cd y D 3 | 10 » |
| Longitud D 3-D 4 | 23 » |
| Diámetro antero-posterior del canino (en la base) | 5 » |
| Longitud del D 3 | 10 » |
| Longitud del D 4 | 16 » |

La presente especie es nueva para España, habiendo sido citada de Portugal por Roman, en la obra citada.

LOCALIDAD:

Hostalets de Pierola.

Albanosmilus Jourdani Filhol, var. *Andresi* var. nova.

(Texto: figs. 31, 32, 33, 34 y 35.—Lám. XII: figs. 1, 1 a y 1 b, 2 y 2 a, 3 y 3 a, 4 y 4 a, 5 y 5 a, 6 y 6 a, 7 y 7 a. Lám. XIII: figs. 1, 1 a, 2, 2 a, 3, 3 a y 4)

PIEZAS DESCRITAS:

Inferiores: una serie izquierda constituida por el C, el P 3, el P 4 y el M 1, y otra derecha con el C, P 4 y M 1.
1 incisivo.

Superiores: una carnícera izquierda y otra derecha.

(Colección Andrés, Museo de Sabadell).

1 canino inferior derecho (Col. Villalta).

Hace algunos años, el primero de nosotros encontró en San Quírico un canino inferior de un carnívoro, que dejó inclasificado por ser un hallazgo aislado y tratarse de una pieza poco característica. Posteriormente, nuestro querido amigo y colaborador D. Juan Andrés Rovira, de Sabadell, encontró en el mismo yacimiento, aunque en distinto lugar, el notabilísimo conjunto de piezas dentarias que enumeramos más arriba y que, indiscutiblemente, constituye uno

de los hallazgos más notables y completos de un Machairodóntido en los yacimientos del Mioceno europeo.

El conjunto de los caracteres de las piezas dentarias, tanto superiores como inferiores, nos hicieron aproximar, ya desde un principio, los ejemplares de San Quírico a la especie *Albanosmilus Jourdani* Filhol, de la Grive Saint-Alban, aunque su talla, bastante mayor, pudiese hablar de una diferenciación más o menos acusada. El estudio detenido de las piezas, realizado en comparación con los ejemplares conocidos de la especie indicada, la única afin por sus caracteres globales con la nuestra, nos llevó, por último, a la conclusión de tratarse de una simple variación racial del tipo de la Grive, manifestada, sobre todo, por la talla, aunque también algunos otros caracteres secundarios o poco acusados vengan a añadirse y a dar mayor consistencia a la indicada diferenciación.

El carácter diferencial más prevalente, en relación con el individuo de la Grive, es el de la talla, bastante mayor, sobre todo, en lo que se refiere a las piezas superiores. Algunos de los caracteres que fueron observados por nosotros al contrastar las piezas de San Quírico con las especies de *Machairodus*, y que daban a nuestro carnívoro un cierto carácter de especialización, son los que han servido, precisamente, para separar el género *Albanosmilus* de Kretsoi (1).

Un detalle interesante que podemos dar a conocer gra-

(1) Ya redactado el presente trabajo, un nuevo e interesante hallazgo realizado en San Quírico, que permite reconstruir toda la dentición de nuestro carnívoro, con excepción de los I 1 e I 2 inferiores, nos ha permitido establecer definitivamente el diagnóstico genérico de este interesante Machairodóntido, tal como hemos realizado en un reciente trabajo, presentado al Instituto Acosta, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, y en el cual se refutan las conclusiones de Kretsoi al crear el nuevo género *Albanosmilus*.

cias al hallazgo de San Quírico es el que se refiere al P 3 inferior, que no está descrito de la especie-tipo y es, en general, una pieza de hallazgo poco frecuente. Esta pieza es uniradiculada, aunque se aprecia la soldadura de las dos raíces primitivas del premolar, lo que indica una tendencia clara a la atrofia. Este detalle, propio de las especies evolucionadas como los *Smilodon* americanos, o de las especies más modernas, no deja de sorprender en un Machairodóntido vindoboniense.

Para la atribución específica del ejemplar de San Quírico, nos valimos de la obra sistemática de M. Boule [39 bis], resultando corresponderse en sus caracteres dentarios con la especie de la Grive Saint-Alban; es decir: carnícera superior de cuatro puntas y P 4 inferior con tres lóbulos y talón destacado.

El profundo desgaste que presentan todas las piezas que estamos describiendo impiden, hasta cierto punto, hacerse cargo de algunos de los caracteres secundarios. Con todo, se llega a advertir que la carnícera superior, a pesar de tener el protostilo bífido, como es característico de las especies ancestrales, parece tender a la reducción de esta región de la pieza, como si se insinuase una proyección hacia el tipo de carnícera trilobada. Lo mismo sucede con el P 4 inferior, en el cual la punta posterior y el talón, a pesar de estar bien individualizados, parecen reducirse en anchura con relación a las dos puntas anteriores, lo que permite insinuar una tendencia todavía poco ostensible hacia el tipo de premolar trilobulado propio de los Machairodóntidos más evolucionados.

Ya hemos dicho anteriormente, que la talla de nuestro ejemplar es sensiblemente mayor que el de la especie-tipo, con referencia, sobre todo, a la carnícera superior, que era mucho más robusta en el animal de San Quírico que la

pieza correspondiente del de la Grive. Las piezas inferiores, en cambio, se mantienen cercanas al tipo. Esta desproporción parece indicar algo más que una simple variación individual y nos hace pensar mejor en una variedad de la especie que nos ocupa. Además, la carnícera superior presenta unas características secundarias que la hacen diferir de la representada por Depéret: la punta interna o protocono, que no es visible por causa del fuerte desgaste, debía ser en nuestra pieza bastante más robusta, a juzgar por la raíz secundaria que la apoyaba, en contraste con la de la Grive. Obsérvanse, por otro lado, en nuestro ejemplar, dos pequeñas raíces adventicias inexistentes en el ejemplar de Depéret: una de ellas situada entre las dos raíces principales del diente y en posición externa; la otra se halla en la base de la raíz correspondiente al protocono. La carnícera superior, pues, del *Albanosmilus* de San Quírico se presenta con un desarrollo mucho más marcado y con una complicación mayor que la homóloga del individuo de la Grive.

Por estos motivos hemos juzgado oportuno separar una variedad nueva del *Albanosmilus Jourdani* Filhol, de la Grive, que llamaremos *Andresi* en homenaje a su descubridor, el Sr. Andrés, ya citado.

DESCRIPCIÓN:

Piezas superiores.—P 4 (derecho e izquierdo). Las carníceras superiores son de cuatro puntas, es decir, con protostilo bífido, pero muy reducido a juzgar por el escaso desarrollo de esta región que, en ambos ejemplares, está fuertemente desgastada. La máxima longitud del diente corresponde al paracono y metacono, siendo, sobre todo este último, muy desarrollado, hasta el extremo de formar detrás de la raíz posterior una prominencia muy acusada (véase figura). El fuerte desgaste de la cara interna de las

piezas ha afectado considerablemente el protocono, de tal manera que no se puede juzgar de su robustez más que por su raíz, que es fuerte y bien destacada. Comparando esta carnícera con la figurada por Depéret, se observa su mayor longitud y robustez, sobre todo por lo que hace referencia al metacono y raíces. Resumiendo, las carníceras superiores son de cuatro puntas, es decir, corresponden al tipo *palmidens-Jourdani*, pero el protostilo es débil y el protocono bastante fuerte, a juzgar por su raíz. Es también de notar la existencia de raíces adventicias, como ya hemos indicado anteriormente. Para la descripción nos hemos valido de la carnícera izquierda, pues la derecha está algo corroída por la acción de la intemperie.

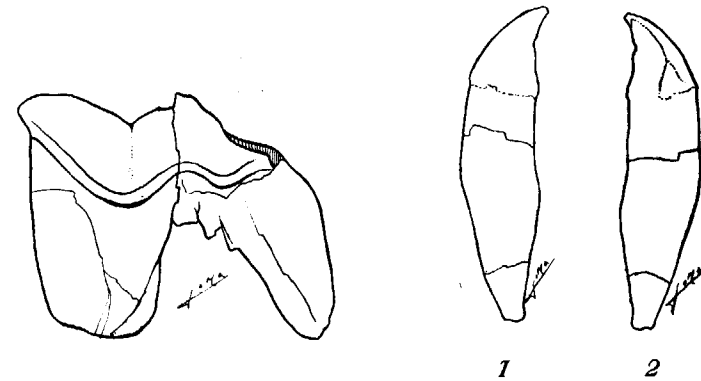


Fig. 31.—*Albanosmilus Jourdani* Filhol var. *Andresi* var. nova.—Carnícera superior derecha (tamaño natural). Cara externa.—Col. Andrés, Museo de Sabadell. San Quírico.

Fig. 32.—*Albanosmilus Jourdani* Filhol var. *Andresi* var. nova.—Canino inferior izquierdo (tamaño natural).—1. Cara externa.—2. Cara interna.—Col. Andrés, Museo de Sabadell. San Quírico.

Dimensiones:

| | |
|-----------------------------|--------|
| Longitud total máxima | 36 mm. |
| » del protostilo | 9 » |
| » del paracono | 12 » |
| » del metacono | 15 » |
| Anchura máxima | 12 » |

Piezas inferiores.—I (¿primero?). Poseemos un incisivo inferior izquierdo en bastante mal estado y con la punta rota.

C (izquierdo y derecho). Esta pieza, desproporcionadamente pequeña en relación con lo que debían ser los caninos superiores, tiene una corona pequeña y corta en relación con la raíz: un cuarto de su longitud total. La raíz es fuertemente aplanada, estando ligeramente estrechada en la región del cuello; luego se ensancha hacia su mitad para terminar aguzándose en su extremo inferior. La corona cónico-aplanada, presenta en la cara antero-interna una cresta denticulada que, partiendo de la punta, se dirige en arco hacia la parte basilar de la misma, en donde termina formando una especie de protuberancia, de la que parten dos crestas débiles denticuladas, que se dirigen, una hacia el borde interno y la otra al externo terminando, no obstante, antes de llegar a ellos, siendo la posterior mucho más corta. El borde posterior está fuertemente comprimido, cortante y finamente denticulado.

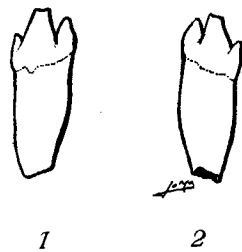


Fig. 33.—*Albanosmilus Jourdani* Filhol var. *Andresi* var. nova.
P 3 inferior izquierdo (tam. natural).—1. Cara externa.—2. Cara interna.
Col. Andrés, Museo de Sabadell. San Quírico

P 3 (sólo el izquierdo). Esta pieza es muy interesante y no descrita de la especie-tipo. Es muy reducida, propiamente uniradiculada, pero apreciándose la soldadura de dos raíces primitivas. Consta de tres puntas: la anterior

baja, pero bien destacada, se encuentra situada en posición antero-interna con relación al protocónido. Este es fuerte, triangular, con los bordes anterior y posterior finamente denticulados. La punta posterior, mucho más fuerte que la anterior, se encuentra situada, con respecto a ésta, a mayor altura y llegaría a mucho más de la mitad de la altura del protocónido, del que se encuentra separada por un estrecho y profundo valle. El borde posterior interno de esta punta es también denticulado, dirigiéndose primero verticalmente hasta la mitad de su altura, donde se curva bruscamente, formando una especie de reborde basilar que termina al pie de la punta principal.

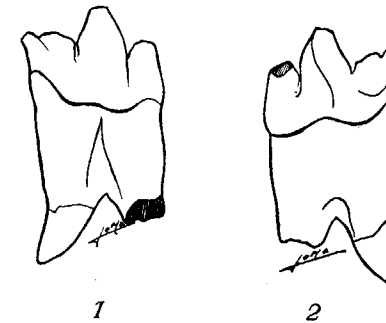


Fig. 34.—*Albanosmilus Jourdani* Filhol var. *Andresi* var. nova.
P 4 inferior izquierdo (tamaño natural).—1. Cara interna.—2. Cara externa.
Col. Andrés, Museo de Sabadell. San Quírico.

P 4 (derecho e izquierdo). Consta de cuatro puntas: la anterior es cónica, alta y bien destacada. El protocónido es aplanado en sentido longitudinal, presentando el borde anterior y posterior cortantes; el fuerte desgaste que presenta la cara externa afecta su mitad supero-posterior. A esta punta sigue otra posterior, seguida, a su vez, de un pequeño talón poco individualizado; ambos están fuertemente desgastados por su cara externa. La pieza derecha está, además, muy fuertemente desgastada en la región del paracónido.

M 1 (derecho e izquierdo). Es la pieza más frecuente y mejor conocida, y está formada de dos puntas divergentes; la anterior de las cuales presenta en su cara externa un re-

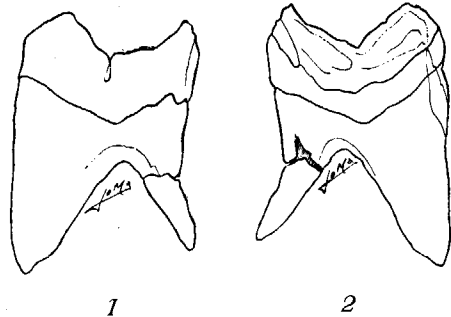


Fig. 35. — *Albanosmilus Jourdani* Filhol var. *Andresi* var. nova. Carnicera inferior derecha (tamaño natural). — 1. Cara interna. — 2. Cara externa. Col. Andrés, Museo de Sabadell. San Quirico.

pliegue vertical fuertemente acusado (véase figura). No se observa ni metacónido ni talónido. El desgaste afecta oblicuamente todo el diente.

Dimensiones:

| | | |
|--|------|-----|
| I (1.º ?). Altura aproximada de la corona..... | 10 | mm. |
| Altura aproximada total..... | 35 | » |
| Anchura en la base de la corona..... | 6 | » |
| Longitud en la base de la corona..... | 7 | » |
| C. Longitud total..... | 41 | » |
| Longitud de la corona..... | 12 | » |
| Anchura máxima de la corona..... | 9 | » |
| Anchura máxima de la raiz..... | 10,5 | » |
| P 3. Longitud..... | 8,5 | » |
| Anchura..... | 5 | » |
| P 4. Longitud..... | 18 | » |
| Anchura..... | 8 | » |
| M 1. Longitud..... | 26 | » |
| Anchura..... | 10 | » |

El canino de la Colección Villalta es derecho y presenta las mismas características de los descritos.

LOCALIDAD:

San Quirico.

***Pseudaelurus quadridentatus* Blainville**

(Texto: figs. 36, 37, 38 y 39. — Lám. XIV: figs. 1 y 1 a, 2 y 2 a, 3 a, 3 b y 3)

Felis hiaenoides Lartet: Comptes-rendus Acad. des Sciences. 1838.

Felis quadridentata Blainville (pars): Osteographie, fasc. XII, pág. 155. 1839-1864.

Felis tetraodon Blainville: Osteographie, *G. felis*. Lám. XVI. 1839-1864.

Felis pardus Blainville: Osteographie, *G. felis*. Lám. 15. 1839-1864.

Meganthereon hyaenoides Pomel: Cat. met., pág. 57. 1853.

Pseudaelurus quadridentatus Gervais: Zool. et Paleont. franç., 1.ª ed., pág. 127, y 2.ª ed., pág. 132. 1859.

Filhol: Mammifères de Sansan, pág. 73, lám. IV, figs. 1-10. 1891.

Depéret: Mammif. miocén. de la Grive Saint-Alban, Arch. Mus. de Lyon. Tom. V. pág. 20, lám. I, fig. 4. 1892.

Trouessart: Catal. mamal., fasc. II, pág. 350. 1897.

Gaillard: Mammifères mioc. de la Grive Saint-Alban. Arch. Mus. Lyon; t. VII, pág. 37, lám. I, figs. 1-1 a, 7-7 a, 8-8 a. 1899.

Mayet: Mammifères mioc. sables de l'Orleanais, pág. 240, Lám. IX, fig. 11 a-11 b, 12 a-12 b. 1908.

Sthelin: Cat. mamm. tertiaires de Col. Bourgeois. Tir. apart., pág. 62. 1925.

Zbyszewsky: Les problèmes du Neogène cont. de la basse Vallée du Tage. Asoc. Esp. para el Prog. de las Ciencias, XVI Congreso en Zaragoza, pág. 201 a 223. 1940.

PIEZAS DESCRITAS:

1 fragmento de maxilar derecho con el P 3, P 4 y parte del M 1 (Col. Montada).

1 tercer premolar superior izquierdo (Col. Crusafont, Museo de Sabadell).

1 fragmento de maxilar con el tercer premolar derecho (Colección Thomas).

1 fragmento de cráneo con el P 3 y P 4 izquierdos (Colección Crusafont, Museo de Sabadell).

Los tres primeros ejemplares de esta lista proceden de la excavación de la brecha de carnívoros y cérvidos, tantas veces aludida; el último, en cambio, fué hallado en unas capas bastante pobres en restos en las cercanías de la casa de campo de Can Vila. El mejor ejemplar, en cuanto a conservación es el de la Col. Montada y de él nos valdremos para la descripción de las piezas; a continuación daremos las medidas de los demás ejemplares por el mismo orden en que están en la lista anterior. No nos ha sido posible hallar hasta el presente piezas inferiores de este notable férido.



Fig. 36.—*Pseudaelurus quadridentatus* Blainville.—Fragmento de maxilar derecho con P 3, P 4 y M 1 (tamaño natural).—1. Cara externa.—2. Cara interna.—3. Vista superior. Col. Montada. Brecha de Hostalets de Pierola

DESCRIPCIÓN:

Ejemplar n.º 1.—El P 3 se halla en magnífico estado de conservación; visto de perfil tiene una forma triangular, presentando en su borde anterior y en la parte interna una cresta débil; en el borde posterior presenta un fuerte tu-

bérculo redondeado y un talón bastante voluminoso. Es biradiculado, alargado y más grueso en su parte posterior lo que le da, visto por encima, una forma trapezoidal estirada.

El P 4 (carnicera) presenta de delante atrás y visto por su cara externa: un protostilo casi cónico que se une por una corta y delgada cresta a la punta principal o paracono. Esta punta media es fuerte, casi triangular, siendo su borde posterior oblicuo y dirigido hacia la cara interna del diente. Limitando el paracono y el metacono, se halla un valle que casi aísla estas dos puntas. El metacono es fuerte y largo, siendo, más que una punta, una colina horizontal, cuyo borde superior presenta en el ejemplar una débil superficie de desgaste. En la base del esmalte, la carnicera presenta un abultamiento basilar. Del paracono parte, hacia delante, una cresta en pendiente fuerte, que termina en

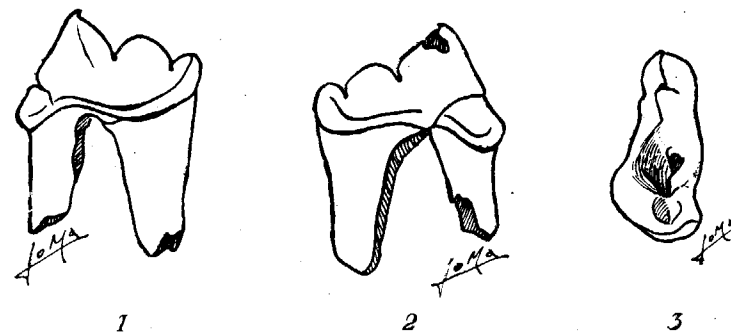


Fig. 37.—*Pseudaelurus quadridentatus* Blainville.—P 3 superior izquierdo (tamaño 2/1).—1. Cara interna.—2. Cara externa.—3. Vista superior.—Col. Crusafont, Museo de Sabadell. Brecha de Hostalets de Pierola.

una punta interna o protocono, que es cónico, fuerte y muy aislado de la punta principal, siendo más bajo que ésta.

La tuberculosa (M 1) está situada contra la cara interna

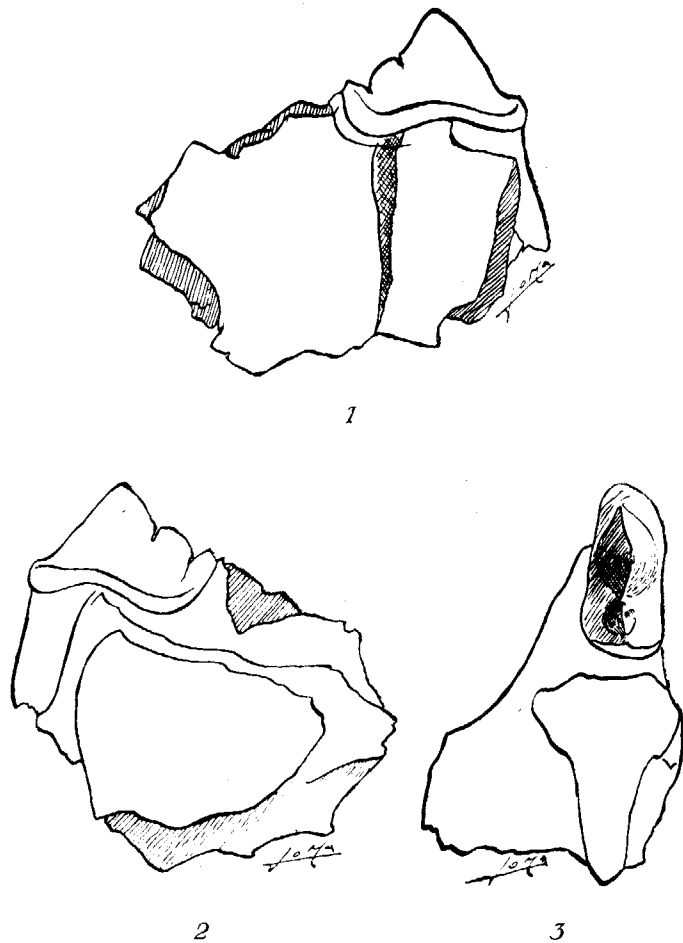


Fig. 38.—*Pseudaelurus quadridentatus* Plainville. Fragmento de maxilar derecho con P 3 (tamaño 2/1).—1. Cara externa.—2. Cara interna.—3. Vista superior. Col. Thomas. Brecha de Hostalets de Pierola.

del P 4, casi en su porción final, y forma con ella un ángulo casi recto. Es de forma alargada en su sentido transversal, siendo más ancha en su porción central que en sus extremos. Es fuertemente cóncava y trituberculada.

Las medidas del ejemplar, comparadas con las de los de Sansan y la Grive, son las siguientes:

| | HOSTALETS mm. | SANSAN mm. | GRIVE mm. |
|-----------------------------------|------------------|---------------|--------------|
| Longitud del P 3 | 12 | 12 | 14 |
| Longitud del P 4 | 20 | 19 | 21 |
| Anchura del P 4 | 10 | 10 | 11 |
| Longitud del M 1 | 10 (aprox.) | ? | 11 |
| Diámetro antero-posterior del M 1 | 4 | ? | 4,5 |

Como puede apreciarse por este cuadro comparativo, nuestro ejemplar es de la talla de los individuos de Sansan, manteniéndose, en cambio, por debajo de la de los mayores individuos encontrados en la Grive Saint-Alban.

Ejemplar n.º 2.—Es un tercer premolar superior izquierdo, cuyas características son idénticas a las de la pieza homóloga del ejemplar anterior. Su longitud es, asimismo, de 12 milímetros.

Ejemplar n.º 3.—También procedente de la brecha, se halla en la Colección Thomas un tercer premolar superior derecho, que coincide con los anteriores y cuyas medidas son las siguientes: longitud, 12,5 mm.; anchura máxima, 5,5 milímetros.

Ejemplar n.º 4.—Este ejemplar que, como hemos dicho, procede de las cercanías de Can Vila, se encontró roto y su estado de conservación es, por esta razón, inferior a la de los ejemplares precedentes. La carnífera se halla algo rota por el extremo final del metacono. En la pieza puede observarse un buen fragmento de cráneo. Las medidas son las siguientes:

| | |
|-----------------------------------|--------|
| Longitud del P 3 | 12 mm. |
| Longitud aproximada del P 4 | 21 » |

El *Pseudaelurus quadridentatus* es un Félido de una talla algo inferior a la de la pantera (*Felis pardus*) y con

una dentición semejante. La especie fósil se distingue de ésta por el número de los premolares, que es de tres, aunque, con todo, puede faltar el primero de ellos. Por otra

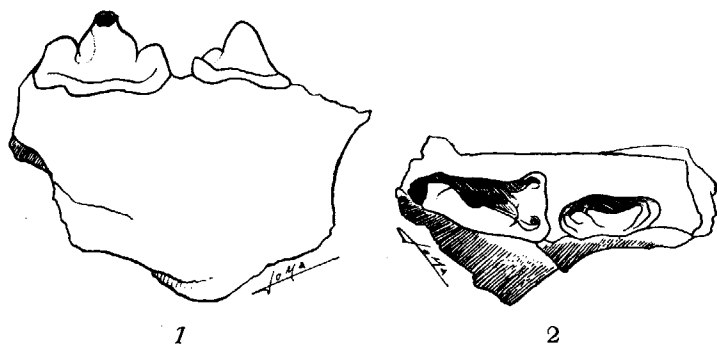


Fig. 39.—*Pseudaelurus quadridentatus* Blainville.—Fragmento de cráneo con P 3 y P 4 izquierdos (tamaño natural).—1. Cara externa.—2. Vista superior.
Col. Crusafont, Museo de Sabadell, Hostalets de Pierola

parte, la carnícera inferior presenta un talón, que no se halla en los Félidos vivientes, y la tuberculosa es más alargada en sentido transversal en *Pseudaelurus*.

Esta especie ha sido hallada con bastante frecuencia en los yacimientos europeos. Hasta el presente se conoce de las siguientes localidades: VINDOBONIENSE: Sansan, Grive Saint-Alban, Moosburg (Baviera), Leoben (Estiria), Goriach (Estiria) y Vale de Chelas (Portugal). BURDIGALIENSE: Chevilly (Loiret) y Baigneaux (Eure-et-Loir). Los individuos procedentes de estas dos últimas localidades serían, en opinión de Helbing, una mutación arcaica de la especie.

Nuestra cita es, pues, la primera de España.

LOCALIDAD:

Hostalets de Pierola.

Pseudaelurus transitorius Depéret

(Texto: fig. 40. —Lám. XIV: figs. 4, 4 a y 4 b)

Depéret: Mammifères miocén. de la Grive Saint-Alban. Arch. Mus. Lyon. Tom. V, pág. 21-22, lám. I, figs. 5 y 6. 1892.

Gaillard: Mammifères miocén. de la Grive Saint-Alban. Arch. Mus. Lyon. Tom. VII, pág. 39-40, lám. III, figs. 7 y 7 a. 1899.

Trouessart: Cat. mammal. Fasc. II, pág. 350. 1897.

Roman: Le neogène continental dans la basse vallée du Tage. Pág. 52, lám. II, figs. 7 a y 7 b. 1907.

Mayet: Mammifères de l'Orleannais. Pág. 238-240, lám. IX, fig. 10. 1908.

Sthelin et Helbing: Cat. de la Col. Bourgeois. Pág. 64. 1925.

Zbyszewsky: Les problèmes du Neogène cont. dans la basse vallée du Tage. Asoc. Esp. para el Progreso de las Ciencias. Tomo del XVI Congreso en Zaragoza. 1940.

PIEZA DESCRITA:

1 fragmento de mandíbula izquierda con P 4 y M 1 (Colección Crusafont, Museo de Sabadell).

Esta especie es nueva para la fauna vindoboniense española, pero no para la Península, pues fué citada en 1907 por F. Roman del yacimiento de Horta das Tripas, en Portugal. Nuestro ejemplar, único encontrado en el yacimiento de Hostalets, está muy bien conservado y presenta el último premolar y la carnícera. Fué hallado cerca del lugar de yacimiento del *Dryopithecus Fontani*.

El P 4 es de forma triangular, con el protocónido alto, presentando en la porción anterior un paracónido pequeño y poco fuerte. En la porción posterior, el talón soporta un tubérculo acusado, que se sitúa a $1/3$ de la altura total de la pieza. Es más grueso por la porción central que por la anterior y posterior, siendo esta última poco menos gruesa que la parte central.

El M 1 es bialado y presenta en la porción posterior un ligero prolongamiento, que forma un talónido reducido.

El *Pseudaelurus transitorius* Depéret, es la especie de menor talla del género, bastante más pequeña que la del



Fig. 4C. — *Pseudaelurus transitorius* Depéret. — Fragmento de mandíbula izquierda con P 4 y M 1 (tamaño natural). — 1. Cara externa. — 2. Cara interna. — Col. Crusafont, Museo de Sabadell. Hostalets de Pierola

P. quadridentatus Blainville, que hemos descrito precedentemente y algo más pequeña que la del *P. Lorteti*, que son las especies conocidas del Vindoboniense. El *P. Edwardsi*, de las Fosforitas de Quercy es aun algo mayor que la especie presente.

He aquí el diagnóstico que Depéret hace de la especie que nos ocupa: «Especie de talla apenas inferior a la del *P. Edwardsi* de las Fosforitas, realizando una tendencia más acentuada que las otras especies del género a los verdaderos Félidos, por la atrofia relativa del talón de la carnífera inferior y del pequeño premolar anterior (P 2)».

Comparadas las piezas que hemos descrito con sus homólogas del *P. quadridentatus*, aparte de su menor talla, se observa que el P 4 es menos alto y más largo en este último, siendo el tubérculo accesorio posterior mucho más fuerte y destacado proporcionalmente. El talónido de M 1 es, en el *P. quadridentatus*, más corto pero más robusto proporcionalmente.

Esta especie hasta el presente, ha sido citada de: La

Grive Saint-Alban por Depéret y Gaillard; de Horta das Tripas (Portugal), por F. Roman; de Chilleurs (Loiret), por Mayet y de Pont Leboy por Sthelin y Helbing. Este último autor dice, que parece probable que la especie se encuentre también en Goriach (Styria), donde Hoffmann la cita con el nombre de *Felis tournauensis*. De ser esto cierto, la presente especie debería llamarse *Pseudaelurus tournauensis* Hoernes. Las formas de Loiret y de Portugal, procedentes de un nivel burdigaliense, o sea más arcaicas, son de una talla algo menor. No así la nuestra, que coincide con las formas de la Grive y de Pont-Leboy, según puede apreciarse por el siguiente cuadro:

| | Hostalets | Chilleurs | Grive (a) | Grive (b) | Horta | P. Leboy |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|----------|
| Longitud del P 4 (mm.) ... | 8,5 | 7,5 | 8,5 | 9 | 8 | ? |
| Longitud del M 1 (mm.) ... | 11 | 10 | 10 | 10,5 | 10 | 10 |

Como puede apreciarse, la longitud de la carnífera de nuestro ejemplar es la más pronunciada de todas las conocidas. La altura de la mandíbula bajo la carnífera, es de 12,5 milímetros (en los de la Grive, algo mayor, 13 milímetros).

Las especies del género *Pseudaelurus* se parecen bastante a los *Linx*, pero la tuberculosa superior es muy alargada transversalmente en las especies fósiles. La mandíbula inferior de los *Pseudaelurus*, se distingue por el pequeño premolar anterior y por la presencia del pequeño talón de la carnífera que falta en todas las especies actuales de Félidos. No obstante, y como un carácter ancestral,

todavía se observa este talón en la carnicera de leche de la mayor parte de los Félidos vivientes (1).

Especie nueva para España.

LOCALIDAD:

Hostalets de Pierola.

Pseudaelurus Marini nova sp.

(Texto: figs. 41, 42 y 43. - Lám. XIV: figs. 5, 6, 6 a y 6 b, 7, 7 a y 7 b)

PIEZAS DESCRITAS:

1 fragmento de maxilar con la carnicera (P 4). (Colección Villalta).

1 P 3 superior derecho. (Col. Villalta).

1 fragmento de mandíbula izquierda con el P 3. (Colección Crusafont. Museo de Sabadell).

Los restos de la presente descripción, pertenecientes todos al mismo individuo, proceden de un barranco formado por arcillas vinosas situado cerca del camino carretero de Can Mata a Hostalets de Pierola y a poca distancia de la Rambla de Claret. Fueron hallados junto con la siguiente fauna:

Viverra sansaniensis Lartet.

Prolagus oenningensis Meyer.

(1) Una vez redactadas las líneas que preceden, el Sr. Montada en una de nuestras exploraciones por el yacimiento de Hostalets, halló un fragmento anterior de la misma mandíbula, que se ensambla perfectamente con el resto que hemos descrito. Lleva el alvéolo del P 2 y el P 3 entero. Con ello completamos las medidas del ejemplar. Longitud del P 3, 7 mm. Longitud de la serie desde el alvéolo del P 2 hasta el final del M 1, 30 mm.

Cricetodon (varias especies).

Listriodon splendens Meyer.

Micromerix flourensianus Lartet.

Dicroceras elegans Lartet.

Dinotherium giganteum Kaup. subesp. *laevius* Jourdan.

En los primeros momentos del hallazgo, creímos encontrarnos ante unas piezas de *Pseudaelurus quadridentatus* Blainville por el aspecto general de los caracteres dentarios y por la talla que *de visu* apreciamos sensiblemente igual a la de aquella especie. Analizando luego detenidamente los restos hallados, vinimos a descubrir ciertas diferencias que separaban nuestro fósil de la especie de Blainville, algunas de ellas, sobre todo, de suma importancia anatómica.

Ante el interés de los mencionados ejemplares nos dedicamos posteriormente a un reconocimiento minucioso del lugar del hallazgo para ver de aumentar el caudal de restos y llegar a profundizar más en sus particularidades. Desgraciadamente no obtuvimos ningún resultado positivo: los ejemplares antedichos habían sido hallados rodados y los demás restos craneales y mandibulares debieron ser arrastrados por erosión y puestos fuera de nuestro alcance.

Los caracteres diferenciales con el *P. quadridentatus*, son tan ostensibles que, de todas maneras, permiten establecer un criterio bastante claro respecto del animal a que pertenecieron los indicados restos. Se trata de un *Pseudaelurus* típico por sus caracteres dentarios, y de una talla que como podrá apreciarse más adelante, es superior a la del *P. quadridentatus* de Blainville, incluso mayor que la de los mayores ejemplares de la especie en cuestión, procedentes del yacimiento de la Grive Saint-Alban. Como la talla del *P. Lorteti* es bastante inferior a la precedente, se

ñalaremos los caracteres diferenciales en relación con el *P. quadridentatus*.

En primer lugar señalase la forma muy diferente del P. 3 superior que es más estirado y de mayor longitud propor-

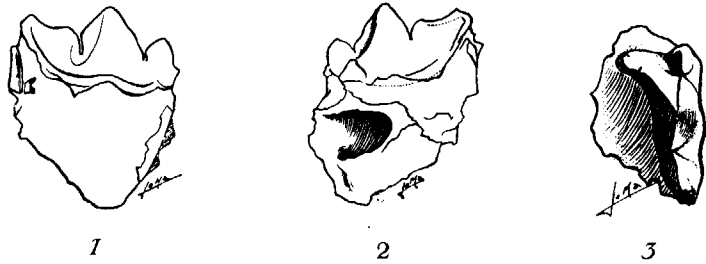


Fig. 41.—*Pseudaelurus Marini* nova sp.—Fragmento de cráneo con P 4 (tamaño natural). 1. Cara externa.—2. Cara interna.—3. Vista superior.—Col. Villalta. Hostalets de Pierola.

cionalmente que el diente homólogo de la especie de Blainville. En conjunto se observa en esta pieza lo siguiente: fuerte punta anterior claramente destacada y separada del protocono por una depresión francamente ostensible (esta punta falta en absoluto en *P. quadridentatus* y en *P. Lorteti*); la mayor longitud de la pieza en relación con la homóloga del *P. quadridentatus*, se debe al reforzamiento del talón y a la existencia de la punta antes indicada; por otra parte, punta y talón posteriores están más adelgazados que en *P. quadridentatus*; el reforzamiento basilar correspondiente a la raíz posterior, es proporcionalmente más débil que en la especie de Blainville, de tal manera, que la sección del diente que es en nuestra especie casi ovalada, contrasta con la forma trapezoidal estirada del P 3 de *P. quadridentatus*.

La carnicera superior muestra, por otra parte, tangibles diferencias con la correspondiente de la especie antedicha: el protocono algo más débil y menos destacado, se

halla situado en posición bastante más interna que en aquella, en la cual esta punta está al mismo nivel del protostilo. Esta punta anterior es, en nuestro ejemplar,

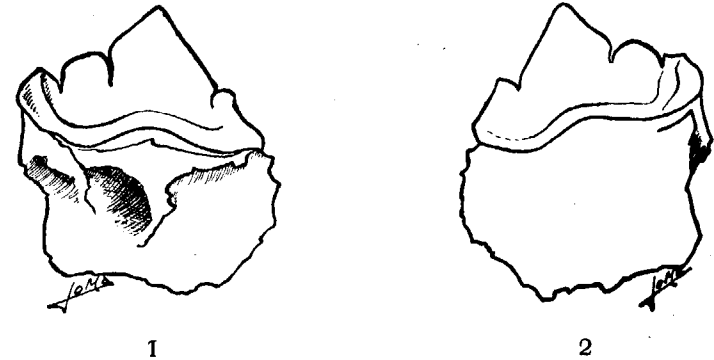


Fig. 42.—*Pseudaelurus Marini* nova sp.—Fragmento de maxilar con P 3 derecho (tam. 2/1).—1. Cara interna.—2. Cara externa.—3.



Vista superior.—Colección Villalta. Hostalets de Pierola. (Compárese con la simétrica del *P. quadridentatus* Blainville, de la figura 38).

mucho más fuerte, en relación con la longitud total de la pieza, de lo que se observa en la especie de Blainville, mientras que proporcionalmente el metacono es algo más corto.

Ya hemos indicado algo respecto de la talla de nuestro *Pseudaelurus* ligeramente superior a la de la especie tantas veces mencionada. He aquí las medidas de nuestros ejemplares que vienen a abonar nuestra aserción:

| | |
|---|----------|
| Longitud del P 3..... | 14,5 mm. |
| Anchura máxima..... | 6 » |
| Longitud del P 4..... | 22 » |
| Anchura máxima..... | 11 » |
| Longitud aproximada del P 3 inferior..... | 9,5 » |
| Anchura máxima..... | 4,5 » |
| Altura | 6 » |

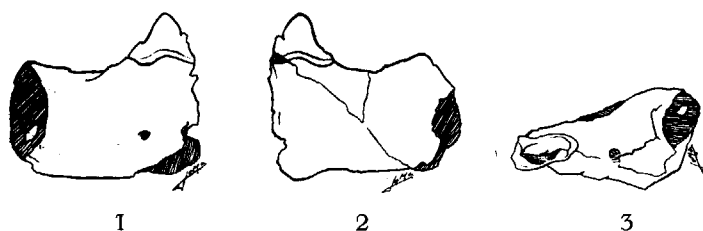


Fig. 43.—*Pseudaelurus Marini* nova sp.—Fragmento de mandíbula izquierda con P 3 (tamaño natural).—1. Cara externa.—2. Cara interna.—3. Vista superior.
Col. Crusafont, Museo de Sabadell Hostalets de Pierola

De este mismo individuo poseemos, como ya hemos dicho, un fragmento de mandíbula con el P 3, el cual, debido a ser una pieza poco característica y por faltarle el talón, no permite la comparación diferencial con la especie de Blainville. Esta pieza tiene una corona de forma triangular con la punta, algo roma, dirigida un poco hacia atrás. El borde anterior es oblicuo y dirigido hacia la cara interna. Es finamente dentado y en su base forma un pequeño abultamiento poco destacado. El borde posterior presenta un dentículo redondeado al que debería seguir el talón que, como hemos dicho, está roto en el ejemplar. En la pieza se observa perfectamente el alvéolo correspondiente al P 2 y el del canino.

Por todas las consideraciones antedichas respecto de las características generales de las piezas superiores en relación con el *P. quadridentatus* y que se resumen en la

forma y accidentes del P 3 y P 4 y sobre todo a la punta anterior de la primera de estas piezas, hemos considerado oportuno separar dentro del género *Pseudaelurus*, una nueva especie que llamaremos *P. Marini*, como ofrenda al ilustre Director del Instituto Geológico y Minero de España, Dr. Agustín Marín y como reconocimiento a sus continuas delicadezas para con nosotros y con nuestra humilde labor.

Establecemos el diagnóstico de esta nueva especie como sigue:

Especie ligeramente mayor que el Pseudaelurus quadridentatus Blainville, con P 3 superior provisto de una punta accesoria anterior bien destacada y de sección regularmente oval alargada; carnicera superior con protocono en situación algo posterior y menos desarrollado que en aquella especie. Metacono corto.

LOCALIDAD:

Hostalets de Pierola.

PONTIENSE

Familia Canidae

La familia de los *Canidae* que tiene en la actualidad gran número de representantes extendidos sobre toda la superficie del Globo, ostenta en el Mioceno buena cantidad de géneros fósiles. Son carnívoros que han conservado muchos caracteres primitivos, a semejanza de los Vivérridos, y, en general, no han llegado a grandes especializaciones dentarias, como otros grupos del mismo orden. Derivan con toda probabilidad de los *Creodontia* del Terciario antiguo.

Los verdaderos Cánidos fósiles aparecen en el Eoceno superior y se han extendido, con gran lujo de formas, a través de la historia terrestre, hasta nuestros días. Comprenden cuatro subfamilias: *Caninae*, *Simocyoninae*, *Amphicyoninae* y *Thaumastocyoninae*. Zittel incluye, además, las de los *Cynodyctinae* y *Cynodontinae*. En algunas de ellas, y nos referimos principalmente a las formas europeas, se aprecian ya reducciones de las series dentarias, sobre todo en lo que se refiere a la región premolar, como formas de especialización que alcanza su grado máximo en *Simocyon*, mientras que *Cephalogale* y *Metarctos* son, en este aspecto, formas todavía intermedias. Los *Amphicyoninae* tienen, por sus caracteres dentarios, ciertas afinidades con los *Ursidae*.

En la subfamilia de los *Thaumastocyoninae*, establecida por Hurzeller [40], que comprende los géneros *Agno-*

therium, *Thaumastocyon* y *Tomocyon*, se aprecia una especialización dentaria aberrante de tipo felinoide, por la reducción de la serie premolar, y por la forma de los desgastes, que indican una adaptación trófica muy especial.

* * *

Los *Simocyoninae*, subfamilia que algunos individualizan con algunos géneros que Zittel incluye en los *Amphicyoninae* y a cuyo grupo pertenece la única especie hallada en nuestros yacimientos del Pontiense, son, como hemos dicho, Cánidos muy evolucionados y que debían llevar, según la opinión de Viret, una existencia parecida a la de las hienas. Matthew los hace derivar del género americano *Cynodesmus*, y esta rama europea se habría desgajado paralelamente a los géneros *Aelurodon* y *Borophagus* del Nuevo Continente.

El género *Metarctos* es, por su regresión molar (con todavía un premolar, antes de la carnífera superior), una forma menos avanzada que el género *Symocyon*. Las únicas especies del Mioceno pertenecientes a este género son: *M. diaphorus* Kaup y *M. Batalleri* Viret, del Pontiense.

ESPECIE DESCRITA:

Metarctos Batalleri Viret.

Metarctos Batalleri Viret

Viret: *Cephalogale Batalleri*, carnassier du Pontien de la Catalogne. Bull. de la Soc. d'Hist. Nat. de Toulouse. 1929.

Viret: Nouvelles observations sur un Simocyonidé du Pontien de la Catalogne. Assoc. pour l'étude de la Méditerranée occidentale. Géologie des Pays Catalans. Vol III. 3^{ème} part. N.º 27. 1933.

PIEZA DESCRITA:

1 fragmento de maxilar con P 4, M 1 y M 2 (Col. Guerin).

Los yacimientos del Mioceno del Vallés-Panadés han sido pobres en cuanto a restos de Cánidos; sólo se conoce en la actualidad un fragmento de este interesante Simocionido, clasificado y estudiado por Viret, quien, en un trabajo publicado en 1929, lo reportó al género *Cephalogale*, estableciendo para él una nueva especie.

Más tarde, el mismo paleontólogo rectificó sus apreciaciones primitivas y redactó una nota en la que reconocía la afinidad del carnívoro catalán con la especie *Metarctos diaphorus* Kaup, de Eppelsheim. Era indudable la exclusión del género *Cephalogale* y la inclusión dentro del grupo de los Simocionidos con una sola tuberculosa inferior y aun, dentro de esta subfamilia que comprende los géneros *Simocyon* y *Metarctos*, se debía clasificar como perteneciente al último de ellos por la presencia todavía de un P 3 superior indubitable, que en el primero de dichos géneros falta en absoluto. En este notable estudio del ilustre paleontólogo francés, se precisan las diferencias con el *Simocyon* aff. *primigenius* del Ponticense de China, dado a conocer por Zdansky [41], con el que sólo se asemeja por sus dimensiones.

En cuanto a la especie, el profesor Viret, a pesar de reconocer la gran afinidad del resto de Sabadell con la especie-tipo del *Metarctos diaphorus* Kaup, y de la que se diferencia solamente por su talla algo inferior, proponía la conservación del nombre de *Metarctos Batalleri*, por lo menos a título provisional, siendo así que el tipo se basa sobre una sola mandíbula.

Esta notabilísima pieza de Cánido, que se conserva en la Colección del Sr. Mario Guerin, de Barcelona, fué descubierta por el Dr. J. R. Bataller, en unos detritus proce-

dentos de la excavación del túnel de los Ferrocarriles de Cataluña, S. A., en el subsuelo de la ciudad de Sabadell, durante el año 1925. A pesar de ser un resto ya descrito y conocido de hace ya algún tiempo, lo hemos incluido en nuestra monografía para dar una visión completa de los carnívoros de la cuenca que nos ocupa.

LOCALIDAD:

Sabadell (subsuelo).

Familia Viverridae

Se han dado ya las características de esta familia al hacer la descripción de las especies vindobonienses.

En cuanto al Ponticense, se conocen diversas especies fósiles de los distintos yacimientos europeos. Aparte de las del género *Ictitherium*, tan frecuentes en las localidades del Mioceno superior del Antiguo Continente, cuyas tres especies *I. Orbigny*, *I. robustum* e *I. hipparionum*, de Gaudry, hemos hallado en nuestros yacimientos comarciales, se incluye el *Herpestes* cf. *crassus* Filhol, que se conoce de ambos niveles miocénicos.

ESPECIES DESCRITAS:

Herpestes cf. *crassus* Filhol.

Ictitherium Orbigny Gaudry.

Ictitherium robustum Gaudry.

Ictitherium hipparionum Gaudry.

***Herpestes* cf. *crassus* Filhol**

(Bibliografía en el *Herpestes* cf. *crassus* del Vindoboniense de Hostaléts de Pierola).

PIEZAS DESCRITAS:

- 1 mandíbula izquierda con los alvéolos de los tres incisivos, el canino fragmentado en su base, los alvéolos del P 1 y P 2, y los P 3, P 4 y M 1.
1 fragmento de mandíbula derecha con el M 1 en muy mal estado y el alvéolo del M 2 (Col. Guerin).

Procedentes del Pontiense de los alrededores de Piera (Plana del Castell) existen en la Colección del Sr. Mario Guerin, de Barcelona, los dos precedentes ejemplares, que fueron hallados uno al lado del otro, y por este motivo y por sus dimensiones exactas demuestran pertenecer casi con absoluta seguridad al mismo individuo. Estos restos inéditos, pero atribuidos por el Dr. Bataller al *Herpestes crassus* Filhol, nos han sido cedidos amablemente por su poseedor para su estudio y su inclusión en la presente monografía.

Los ejemplares, por sus características dentarias, salvo pequeños detalles, parecen poder atribuirse al *Herpéstido* de gran talla de la Grive, dado a conocer por Filhol, correspondiéndose por su talla a la de los menores individuos procedentes de aquel clásico yacimiento. Ya hemos dicho la gran variabilidad individual que presenta la especie respecto de la talla (véase *Vindoboniense*). Un cuarto premolar, citado por Gaillard de la Grive, ostenta una longitud de 9,5 mm. En el ejemplar de Piera esta misma pieza mide 10 mm., como veremos al dar sus dimensiones completas.

El *Herpéstido* de Piera presenta una curiosa anomalía individual que es interesante hacer resaltar. Trátase de un individuo al que falta una de las dos tuberculosas. Mientras que el fragmento de mandíbula derecha ostenta un alvéolo detrás de la carnífera, para alojar la tuberculosa de los *Vivérridos*, en la izquierda, que precisamente es

la que se halla en mejor estado de conservación, no existe el tal alvéolo. De no haberse hallado los dos ejemplares en el mismo sitio, esta anomalía hubiera podido dar lugar a dudas y confusión. De todas maneras, dadas las características absolutamente específicas de las mandíbulas, se deduce que el tal fenómeno es una anomalía puramente individual.

El P 3 consta de una punta principal alta, con punta anterior débil y punta posterior fuerte, a la que sigue un talón. Este talón se extiende por la base de la cara interna hasta casi la punta principal, limitando con ello una fosa larga y profunda.

El P 4 es notable por el gran hinchamiento basilar posterior, característico de la especie. El talón forma una cresta basilar que deja una fosa profunda.

El M 1 consta de una punta principal con fuerte y alta punta interna, separada por un valle muy claro de las tres puntas del talón, de las cuales la más alta corresponde al borde interno. La punta anterior está situada casi sobre el borde interno, y forma un semicírculo con la punta principal, de la cual está aislada por un valle profundo y estrecho.

Dimensiones:

| | | |
|--|------|-----|
| Longitud aproximada de la serie de P 1 a M 1 | 42 | mm. |
| Canino.—Diám. antero-posterior (en la base) | 7 | » |
| Diámetro transversal | 4 | » |
| Alvéolo del P 1. Longitud | 3 | » |
| Anchura | 1,5 | » |
| P 3.—Longitud | 8 | » |
| Anchura máxima | 4 | » |
| P 4.—Longitud | 10 | » |
| Anchura máxima | 6 | » |
| M 1.—Longitud | 12,5 | » |

Anchura máxima 5,5 mm.
 Altura de la mandíbula entre el P 4 y el M 1 . . . 14 »

Las precedentes descripciones y medidas son las correspondientes al primero de los mencionados ejemplares.

El segundo ejemplar consiste en un fragmento de mandíbula derecha, roto por delante de la carnífera. Esta se halla en muy mal estado de conservación, pero, no obstante, se observan las características que hemos dado para el ejemplar anterior. A continuación se observa el alvéolo del M 2, que daba cabida a una pieza uniradiculada. La altura de la mandíbula bajo el borde anterior del M 1 es, asimismo, de 14 milímetros.

Los Herpéstidos se hallan bien representados en la fauna fósil de la cuenca que nos ocupa; además de la presente especie, citada también con algunas dudas del Vindoboniense, hemos descrito de este último piso y del yacimiento del Panadés, el *Herpestes (Leptoplesictis) aureliensis* Schlosser y el *H. cf. dissimilis* Mayet.

LOCALIDAD:

Piera.

***Ictitherium Orbignyi* Gaudry**

(Texto: fig. 44.—Lám. IX: figs. 3, 3 a y 3 b).

Gaudry: Animaux fossiles de l'Attique, pág. 74. Lám. XI. 1862.

Gaudry: Mont Leberon, pág. 21. Lám. II, fig. 11. 1873.

Gaudry: Les enchainements du monde animal, etc., pág. 216, fig. 284. 1877.

Schlosser: Die Affen, Lemuren etc., pág. 400. 1887-88.

PIEZA DESCRITA:

1 fragmento de mandíbula derecha con el P 4 y en parte

los alvéolos del P 3 y del M 1 (Colección Museo de Sabadell).

La presente especie, como ya indica Gaudry en la descripción original, difiere de las otras especies europeas del género, *I. robustum* e *I. hipparionum*, por sus molares

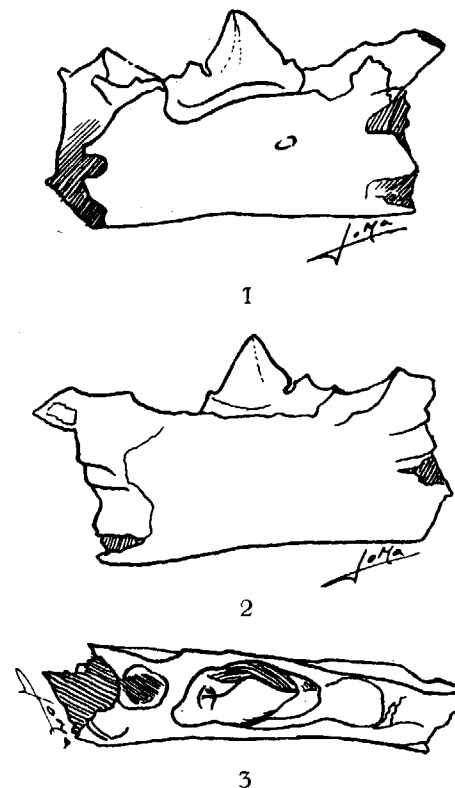


Fig. 44.—*Ictitherium Orbignyi* Gaudry.—Fragmento de mandíbula derecha con P 4 (tam. 2/1).—1. Cara externa.—2. Cara interna.—3. Vista superior. Col. Museo de Sabadell. Subsuelo de Sabadell

más pequeños y con los denticulos más agudos. El *I. Orbignyi* es, por lo tanto, la especie europea de menor talla actualmente conocida del género *Ictitherium*. El ejemplar que describimos procede del subsuelo de Sabadell, en don-

de fué hallado en la excavación de un pozo en la parte S. de la ciudad, junto con *Aceratherium tetradactylum* Lartet. Estas piezas al ser extraídas hace ya algunos años, fueron recogidas por el Sr. Vicente Renom, de la Junta del Museo de Sabadell, quien las depositó en la entonces incipiente colección paleontológica.

El P 4 que es la única pieza implantada en el fragmento de mandíbula mencionado, está en excelente estado de conservación y demuestra haber pertenecido a un individuo bastante joven. Está formado de una punta principal o protocónido muy agudo, con débil punta anterior y una punta posterior, seguida de un talón bastante fuerte pero que carece de punta interna. Su longitud es de 8,5 mm. y su anchura máxima de 4 mm.

Esta especie es nueva para la Península, habiéndose citado por Depéret y Rerolle, de Cerdaña, restos de *Ictitherium* (?) que Schlosser atribuyó en 1887 a esta especie, sin haberse confirmado posteriormente. Es muy abundante en Pikermi y se han hallado también ejemplares en el Mont-Leberon.

LOCALIDAD:

Sabadell (subsuelo).

Ictitherium robustum Gaudry

(Texto: fig. 45. —Lám. IX: Figs. 2, 2 a y 2 b)

Galeotherium.—Wagner: Abhandl. d. k. bayr. Akad. d. Wiss, math-phys. Cl. 1840. Bd. III. Abth. I, p. 163. Taf. I, fig. 45.

Ictitherium viverrinum.—Wagner: Ibidem. 1854. Bd. VII. pág. 22. Taf. VIII. fig. 3-5.

Thalassictis.—Nordmann: Paleontologie Sudruklunds. Helsingfors, 1858. pág. 149. Lám. V.

Thalassictis robusta.—Gervais: Zool et Paleont. franç., pág. 222, figuras 24 y 25. 1859. Paris.

Ictitherium robustum.—Gaudry: Animaux fossiles de l'Attique, pág. 52. Lám. VII-X. 1863. Paris.

Gaudry: Les enchainements du monde animal, pág. 217, figura 285. 1877.

Lydekker: Catalogue, pág. 94. 1889.

Schlosser: Die Affen, Lemuren etc., pág. 400. 1887.

Schlosser: Die Säugethierreste aus dem sudden chen Bohnerzen Geol. u. paleontol. Abhandlung. von Koken. Jena, 1902, pág. 31, Taf. II, fig. 8.

Kormos: Der Knochofund von Polgardi. Foldtani Kozloni. Budapest, 1911. Bd, XII, p. 182.

Khomenko: La faune meotique du village Taraklia du district Bender. Kischinew, 1914, pág. 4, lám. 1, fig. 2.

Schlosser: Die Hipparionen fauna von Veles in Mazedonien, Abhand. der hayer. Akad. d. Wien. Mathem.-phys. Klasse. XXIX, Bd. 4. Munchen, 1921, pág. 8-10, lám. I, figuras 2 y 2 a.

Mecquenem: Mammifères fossiles de Maragha. Annales de Paleontologie. T. XIV, pág. 50. Paris, 1925.

Arambourg et Piveteau: Vertébrés du Pontien de Salonique. Annales de Paleontologie. T. XVIII, pág. 65, pl. X, Paris, 1929.

PIEZA DESCRITA:

1 tercer premolar inferior derecho (Col. Villalta).

En el clásico yacimiento de San Miguel del Taudell, en las cercanías de Tarrasa, el Sr. Montada encontró esta pieza cuyas características son tan típicas del género *Ictitherium* que no hay ninguna clase de duda acerca de su clasificación a pesar de haberse encontrado un solo resto. Por su talla, aunque algo inferior a la pieza correspondiente de la especie-tipo, es perfectamente atribuible al *I. robustum* Gaudry.

DESCRIPCIÓN:

El P 3 presenta, además de la punta principal o protocónido, una punta anterior o paracónido, pequeña y un metacónido bien distintos. En su cara interna se halla una

punta posterior y un reborde basilar muy fuerte en el borde posterior y que luego pasa a la cara externa para desaparecer delante de la punta anterior.

Longitud del P 3 11 mm.
Anchura máxima 4,5 »

La presente especie es muy abundante y se halla bas-

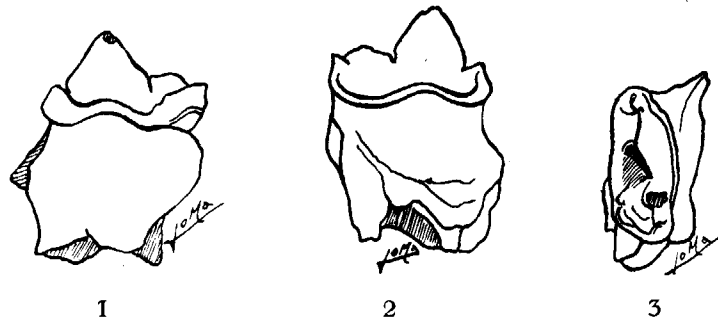


Fig. 45.—*Ictitherium robustum* Gaudry.—Fragmento de mandíbula derecha con P 3 (tam. 2/1).—1. Cara interna.—2. Cara externa.—3. Vista superior.
Col. Villalta. San Miguel del Taudell

tante difundida en los yacimientos clásicos: Pikermi, Veles, Taraklia, etc.

Especie nueva para España.

LOCALIDAD:

San Miguel del Taudell (Tarrasa).

***Ictitherium hipparionum* Gaudry**

(Texto: figs. 46 y 47.—Lám. IX, figs. 4, 4 a y 4 b).

Gervais: *Thalassictis hipparionum*, Zool. et Paleont. franç., pág. 242, lám. XII, fig. 1, y lám. XXIV, figs. 2-5. 1859.

Gaudry: Animaux fossiles de l'Attique, pág. 68, lám. XII, fig. 1-2. 1862.

Gaudry. Mont-Leberon, pág. 48, lám. II, figs. 7-10. 1873.

Gaudry: Les enchainements du monde animal, etc., pág. 217, fig. 286. 1877.

Kittl: Beitrage sur Kenntnis der fossilen Säugetiere von Maragha. Carnivora. Ann. des naturhistorischen Hofmuseums. Wien, 1887. Bd. II, pág. 333, lám. XV, fig. 3, y lám. XVIII, fig. 2-7.

Schlosser: Die Affen, Lemuren etc., pág. 399. 1887-88.

Macquenem: Contribution a l'étude des vertébrés de Maragha. Morgan Delegat. en Perse. Ann. d'Hist. Nat. Tom. I, Paleont.

Schwarz: Über einen Schadel von *Palhyaena hipparionum*. Arch. für Naturgeschichte. Berlin, 1912. Pág. 69. Taf. I-III.

Mecquenem: Mammifères fossiles de Maragha. Annales de Paleontologie. T. XIV, pág. 50, Cl. IX, figs. 3 y 6. Paris, 1925.

Arambourg et Piveteau: Vertébrés du Pontien de Salonique. Annales de Paleontologie. T. XVIII, pág. 66, pl. I, Paris, 1929.

PIEZAS DESCRITAS:

1 fragmento de cráneo con los alvéolos del C, del P 1 y del P 2, los P 3, P 4 y M 1 enteros y el alvéolo del M 2 (Col. Crusafont. Museo de Sabadell).

1 fragmento de mandíbula izquierda con el P 4 y parte del alvéolo del M 1 (Col. Seminario de Barcelona).

Procedente de los niveles pontienses de Hostalets, situados en el borde occidental de la localidad, con *Hipparion*, poseemos un fragmento de cráneo con el P 3, P 4 y M 1 y alvéolos de las demás piezas de la serie molar y del canino. Por su forma y dimensiones coincide perfectamente con las figuras y descripciones del *I. hipparionum* dadas por Gaudry, Kittl, etc. Esta pieza — de reciente hallazgo — viene a corroborar, una vez más, las diferencias que al establecer el *Ictitherium Montadai* del Vindoboniense, hicimos resaltar. En efecto, la tuberculosa es aquí mucho más larga y cortante y de aspecto triangular y forma un ángulo mucho más agudo con el eje de la serie dentaria. Las demás piezas muestran asimismo los caracteres específicos del *Ictitherium hipparionum* que hicimos resaltar más arriba. Por haber sido ya repetidamente detallado

todo lo que se refiere a este particular en el lugar indicado, renunciamos a la descripción minuciosa de estas piezas, además de ser una especie abundante y ampliamente difundida en los yacimientos pontienses clásicos.

Damos a continuación las medidas de nuestro ejemplar comparándolas con las de algunas piezas homólogas de Pikermi y de Cucuron:

| | Pikermi I mm. | Pikermi II mm. | Cucuron mm. | Hostalets mm. |
|------------------------|------------------|-------------------|----------------|------------------|
| Longitud P 3 | 19 | 18 | 17 | 17,5 |
| Anchura | 11 | 10 | 10 | 9,5 |
| Longitud P 4 | 29 | 28 | 26 | 26 |
| Anchura | 15 | 14 | 14 | 14 |
| Longitud del M 1. | 9 | 7 | 9 | 8 |
| Anchura | 14 | 13 | 16 | 13,5 |



Fig. 46.—*Ictitherium hipparionum* Gaudry.—Maxilar derecho con P 3, P 4 y M 1 (tamaño natural).—Vista superior.—Col. Crusafont. Musec de Sabadell. Hostalets de Pierola (nivel pontiense)

La longitud de la serie molar es de 69 mm. coincidente con la de los ejemplares de Gaudry. Las medidas anteriores demuestran que el ejemplar de Hostalets se acerca más por su talla a los de Cucuron, incluso manteniéndose algo inferior.

El otro ejemplar de nuestros yacimientos procede de

Piera y se halla en la Colección del Seminario Conciliar de Barcelona. La reportamos aquí gracias a la amabilidad del Dr. Bataller, quien nos la cedió para su estudio. Consiste en un fragmento de mandíbula que lleva el P 4 en exce-

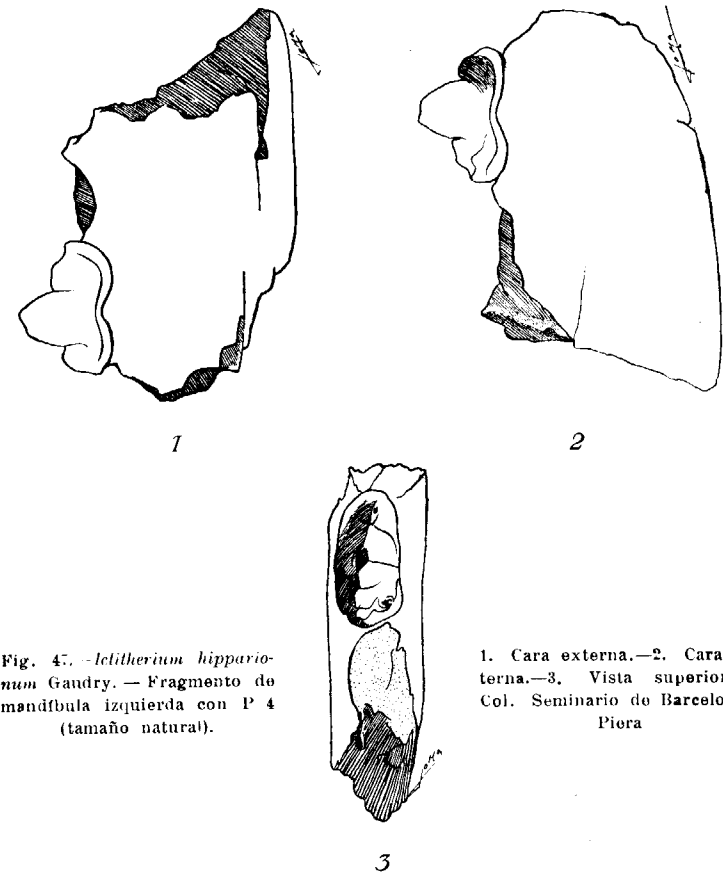


Fig. 47.—*Ictitherium hipparionum* Gaudry.—Fragmento de mandíbula izquierda con P 4 (tamaño natural).

1. Cara externa.—2. Cara interna.—3. Vista superior.—Col. Seminario de Barcelona. Piera

lente estado de conservación. Los caracteres de este premolar coinciden asimismo con los de la pieza homóloga de la especie-tipo. Sus dimensiones son: longitud, 17,5 milímetros; altura, 9 mm.; anchura máxima, 8 mm.

La presente especie, que señalamos por vez primera

del Pontiense español, se halla ampliamente representada en los yacimientos clásicos de la época, tanto en Europa como en Asia: Pikermi, Mont-Leberon, Cucuron, Samos, Maragha, China, India (Siwalik), etcétera.

LOCALIDADES:

Hostalets de Pierola. Piera.

Familia Hyaenidae

La familia de los Hiénidos comprende unos carnívoros especialmente adaptados al régimen de carroña, lo que se traduce en la forma y disposición de sus piezas molares que se hallan apretadas entre sí y disponen de una punta principal cónica y robusta. La mandíbula es extraordinariamente fuerte y con reforzadas inserciones para los músculos maseteros. La especialización dentaria se concreta además, a la reducción de las piezas tuberculosas en número y tamaño. Algunas formas como *Hyaenictis* y *Lycyaena*, ambas con una tuberculosa inferior, y la última con un metacónido en M 1, señalan la ascendencia vivérrida de los Hiénidos. Anteriormente (véase la descripción del *Ictitherium Montadai*, en el lugar correspondiente) hemos hablado del género *Ictitherium* como forma transicional entre aquella familia y la de las hienas, demostrando derivar de un tronco común bastante cercano a ambas ramas. La nueva especie de Vivérrido que hemos descrito, el *I. Montadai*, del Vindoboniense de Hostalets, parece situarse cerca de la bifurcación de las mismas (véase, asimismo, la nota al pie de la página al hablar de la filogenia de aquella especie).

Algunos Cánidos del Mioceno de América del Norte,

como los géneros *Aelurodon* y *Hyaenognathus* exhiben ciertas similitudes en la dentición con las hienas. Recuérdese por otra parte lo que hemos indicado más arriba respecto de los Simocionidos como carnívoros aberrantes de régimen parecido al de las hienas.

En el Mioceno superior de Europa y Asia se encuentran bastantes representantes fósiles de esta familia, pertenecientes a los géneros *Lycyaena*, *Hyaenictis* y *Hyaena* con diversas especies. Incluimos de nuestro yacimiento el *Hyaenictis graeca* Gaudry, que es el único hiénido señalado hasta ahora de nuestra cuenca, y que junto con la *Hyaena eximia* Roth et Wagner, de Concud y de la Puebla de Almoradiel, son los únicos representantes de la familia en el Mioceno español.

Los Hiénidos están representados en la actualidad por un solo género: *Hyaena*, con solamente tres especies vivientes.

ESPECIE DESCRITA:

Hyaenictis graeca Gaudry.

***Hyaenictis graeca* Gaudry.**

(Lám. XI. figs. 1, 1 a y 1 b)

Vid. Bataller: Mamífers fòssils de Catalunya. Nota Paleontològica. But. Inst. Cat. d'Hist. Nat. Barcelona. Vol. 21, pág. 81.

PIEZA DESCRITA:

1 mandíbula izquierda con el C, P 2, P 3, P 4 y M 1 y alvéolos del P 1 y del M 2 (Col. Museo de Barcelona)

Este ejemplar que forma parte de la Colección Paleontológica del Museo de Barcelona, fué ya dado a conocer por el Dr. J. R. Bataller en la nota que citamos más arriba, a la que nos remitimos. Por ello no hemos de dar la des-

cripción del ejemplar, que incluimos aquí para dar, como ya hemos dicho en otra ocasión, una lista completa de los carnívoros de la cuenca.

Las dimensiones tomadas por nosotros sobre el ejemplar son las siguientes:

| | | |
|---|------|-----|
| Longitud de la mandíbula | 130 | mm. |
| Altura del hueso mandibular bajo la carnífera | 35,5 | » |
| Diámetro antero-posterior del canino (en la base) | 14 | » |
| Longitud del P 2 | 20 | » |
| Altura | 10 | » |
| Anchura | 9 | » |
| Longitud del P 3 | 21 | » |
| Altura | 15 | » |
| Anchura | 11 | » |
| Longitud del P 4 | 24 | » |
| Altura | 17 | » |
| Anchura | 11 | » |
| Longitud del M 1..... | 25 | » |
| Altura | 16 | » |
| Anchura | 12 | » |
| Longitud de la serie molar (de P 1 a M 1)..... | 83 | » |

Hyaenictis graeca y *Lycyaena chaeretis* representan, con su pequeño M 2 inferior, tipos ancestrales de hienas y parecen venir a demostrar la conexión de los Hiénidos con *Ictitherium*. Ya nos hemos referido concretamente a ello en el capítulo de los Vivérridos vindobonienses y pontienses (1).

(1) Schaub hace referencia de esta mandíbula de San Miguel del Taudell al comparar el género *Hyaenictis* con el nuevo género *Eury-*

El yacimiento del Vallés es por ahora la primera localidad española de la especie. En 1863, Vilanova [42] la citó con dudas del yacimiento turolense de Concud, pero más tarde, según reporta Hernández-Pacheco en su nota sobre los carnívoros de esta localidad [7], Smith Woodward [43] atribuyó correctamente el ejemplar de Concud a la *Hyaena eximia* Roth et Wagner.

La presente especie está representada en los yacimientos clásicos europeos, Pikermi, Baltavar, Besarabia, etc.

LOCALIDAD:

San Miguel del Taudell.

Familia Felidae

Al hablar de los félidos fósiles vindobonienses, hemos dado sumariamente los caracteres generales de la familia. Las dos subfamilias *Machairodontinae* y *Felinae* se hallan también representadas bastante abundantemente en el Mioceno superior, con varias especies citadas de numerosas localidades europeas y asiáticas, así como americanas. En la presente monografía nos referimos a un solo Félido pontiense, el *Felis antediluviana* Kaup procedente de un yacimiento todavía inédito de la cuenca que nos ocupa. El género *Felis*, que aparece en Europa durante el Mioceno medio (*Felis pygmaea* y *F. media* de Sansan y *F. Zitteli*, de la Grive Saint-Alban) persiste a través de los tiempos geológicos hasta nuestros días, en que comprende todavía gran número de especies y formas.

boas, creado por él para unos restos del Plioceno de Roccaneyra («Ein neues Hyaenidengenus von der Montagne de Perrier». Bericht der Schweizerischen Paläontologischen Gesellschaft. Eclogae geologicae Helvetiae. Vol. 34, Nr. 2, Basel, 1941).

ESPECIE DESCRITA:

Felis antediluviana Kaup.***Felis antediluviana* Kaup**

(Texto: fig. 43. Lám. XIII: figs. 6, 6 a y 6 b)

Kaup: Osst. foss., pág. 23, lám. II, fig. 5. 1832-39.

? Gaudry: Animaux fossiles de l'Attique, pág. 118, lám. XVII, figs. 5, 7 y 8 (non fig. 4). 1862.

? Hensel: *Machairodus parvulus*. Monatshefte der Berliner Alzad, página 5. 1862.? Kittl: *Felis* cf. *brevirostris*, Annalen des Naturh. Hoffmuseums, Wien, 1887. Pág. 331, lám. XIV, fig. 6.? Koppen: *Felis*, Paleontografica. Bd. XVII, pág. 141. 1867-70.

Schlosser: Die Affen, Lemuren etc., pág. 440 1887-88.

PIEZA DESCRITA:

1 fragmento de mandíbula izquierda con el P 3 y M 1 (Col. Villalta).

Creemos posible atribuir al *Felis antediluviana* Kaup, este resto no obstante el confusionismo que parece reinar en cuanto al diagnóstico y características de una serie de especies mal conocidas de los Félidos pontienses. Nuestro ejemplar concuerda bastante con la descripción que Schlosser da de la presente especie. Difiere, no obstante, por su talla ligeramente menor, sobre todo en cuanto se refiere al M 1, pues el P 3 tiene análogas dimensiones que el ejemplar-tipo. El M 1 presenta también el talón ligeramente más desarrollado. Es probable que nuevos hallazgos en el mismo yacimiento nos permitan algún día poder establecer ya, sin ninguna duda, las relaciones que el presente ejemplar presenta con los restos incompletos de los Félidos de análoga talla descritos por Kaup, Hensel, Kittl, etc.

DESCRIPCIÓN:

El P 3 es bajo con relación a su longitud, siendo el

protocónido fuerte y grueso. Presenta en su parte anterior, un paracónido bien destacado y separado de la punta principal por un valle profundo y angosto. La punta posterior es, comparativamente a la anterior, más robusta y alta. Le sigue un fuerte talón formado por el reborde basilar

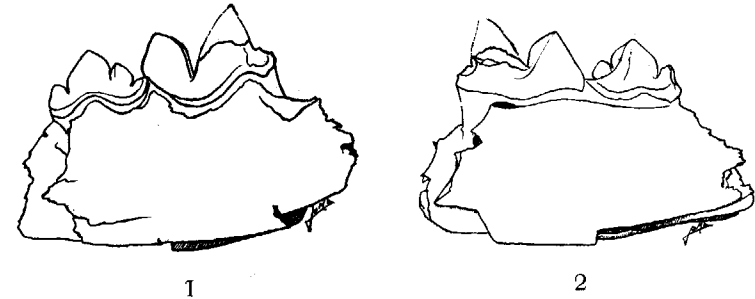


Fig. 48. — *Felis antediluviana* Kaup. — Fragmento de mandíbula izquierda con P 3 y M 1 (tamaño natural). — 1. Cara externa. — 2. Cara interna. — Col. Villalta. La Tarumba

externo, que se extiende sobre toda la base externa del diente. Este talón se dilata hacia la parte interna formando un semicírculo que se une a la punta principal y se extiende, ya mucho más débil, por debajo de la punta anterior. En resumen, el reborde basilar rodea el diente siendo fuerte en la cara externa y débil en la interna.

La carnífera (M 1) presenta rota la punta principal; el paracónido es alto, más que la punta principal del P 3 y su borde superior es relativamente corto; el hipocónido es bastante fuerte.

Nuestro ejemplar, aparte de la rotura de la punta de la carnífera, está excelentemente conservado y fué hallado en el yacimiento junto con la siguiente fauna de mamíferos:

Hipparion gracile Kaup.*Aceratherium incisivum* Kaup.*Mastodon longirostris* Kaup*Dinotherium bavaricum* Meyer.

DIMENSIONES:

| | |
|---|--------|
| Longitud P 3-M 1 (el M 1 cabalga sobre la punta postero-interna del P 3)..... | 28 mm. |
| Longitud del P 3 | 12,5 » |
| Longitud del M 1..... | 17 » |
| Altura de la mandíbula entre las dos piezas... | 19 » |

Como hemos dicho, el yacimiento de la presente interesante especie, es inédito y sobre el mismo tenemos en vías de realización una nota dándolo a conocer junto con el de Can Llobateres (Sabadell).

LOCALIDAD:

La Tarumba (Viladecaballs).

RESUMEN

La fauna que se describe en el presente trabajo comprende los Insectívoros y Carnívoros del Mioceno medio y superior de la cuenca del Vallés-Panadés. Esta fauna—que es la estudiada y clasificada definitivamente por nosotros como primer capítulo del estudio general de los vertebrados miocénicos de la comarca(1)—ostenta un total de 31 especies, que se reparten así: 8 Insectívoros vindobonienses y 23 Carnívoros, de los cuales 16 son del Vindoboniense y 7 del Pontiense. Veinticinco de estas especies son citadas por primera vez de la fauna miocénica española, de las cuales 22 lo son para la Península.

Los yacimientos de donde procede la mencionada fauna son los siguientes: VINDOBONIENSE: San Quírico y Hostalets de Pierola. PONTIENSE: Piera, Sabadell (subsuelo), La Tarumba (Viladecaballs) y San Miguel del Taudell (Tarrasa). Los yacimientos vindobonienses son los que hasta el presente hemos estudiado con mayor detención, y por esto nos referimos, sobre todo, a ellos para lograr conclusiones faunísticas de conjunto.

(1) Las listas provisionales de la fauna restante pueden hallarse en nuestro fascículo del Museo de Sabadell [24].

La fauna de San Quírico comprende: INSECTÍVOROS: *Talpa* (?) *minuta* Blainville, *Proscapanus sansaniensis* Lartet, *Crocidura Schlosseri* Roger, *Plesiodimylus Chantrei* Gaillard, *Galerix exilis* Blainville y *Erinaceus* sp. CARNÍVOROS: *Martes munki* Roger, *Laphyctis mustelinus* Viret y *Albanosmilus Jourdani* Filhol var. *Andresi* var. nova. Todas las especies de este yacimiento son comunes con las de la Grive Saint-Alban; otras lo son también con las de diversos yacimientos europeos de la misma época. Con ello se viene a demostrar, como ya hizo constar uno de nosotros (Villalta) en 1935 (comunicación verbal a la Institución Catalana de Historia Natural. Sesión del 2 de noviembre), el perfecto sincronismo del yacimiento del Vallés con el clásico de la Grive Saint-Alban, extremo, por otra parte, corroborado en carta por el Dr. Jean Viret, de Lyon.

La fauna de Hostalets de Pierola, comprende: INSECTÍVOROS: *Talpa* (?) *minuta* Blainville, *Crocidura Schlosseri* Roger, *Sorex pusillus* Meyer var. *grivensis* Depéret, *Galerix exilis* Blainville, *Pseudogalerix Sthelini* Gaillard. CARNÍVOROS: *Mustela delphinensis* Depéret, *Plesictis* sp., *Laphyctis mustelinus* Viret, *Palaeomeles* (nov. gen.) *Pachecoi* nova sp., *Viverra sansaniensis* Lartet, *Herpestes* (*Leptoplesictis*) *aurelianensis* Schlosser, *Herpestes* cf. *dissimilis* Mayet, *Herpestes* cf. *crassus* Filhol, *Ictitherium Montadai* nova sp., *Ictitherium* sp., *Pseudaelurus quadridentatus* Blainville, *Pseudaelurus transitorius* Gaillard, *Pseudaelurus Marini* nova sp. y *Albanosmilus Jourdani* Filhol. En la presente fauna se advierte alguna forma no común con la Grive (*Viverra sansaniensis* Lartet), muchas comunes con Pont-Leboy y algunas especies y formas nuevas.

Parece ser, además, que en esta última localidad, en algunos niveles superiores (Pontiense inferior), existen también algunas formas de Insectívoros, algunas de las cuales

hemos determinado, provisionalmente, como *Pseudogalerix* cf. *Sthelini* Gaillard y *Galerix exilis* Blainville. En las mismas capas hemos hallado el *Ictitherium hipparionum* Gaudry asociado al *Hipparion*, el cual, de todas maneras, se presenta con relativa escasez, lo cual, junto con la gran abundancia de restos de roedores (*Cricetodon*, *Sciurus*, etc.) da a estos niveles una facies especial. Con ella se ha hallado también una fauna claramente pontiense: *Cervulus dicranocerus* Kaup, *Rhinoceros Schleiermacheri* Kaup, etcétera.

En cuanto a las especies de los yacimientos del Pontiense, algunas de ellas eran ya conocidas: *Metarctos Batalleri* Viret, *Herpestes crassus* Filhol y *Hyaenictis graeca* Gaudry (las dos últimas estudiadas por Bataller) y otras formas inéditas: *Ictitherium Orbignyi* Gaudry (subsuelo de Sabadell), *Ictitherium robustum* Gaudry (San Miguel del Taudell), *Ictitherium hipparionum* Gaudry (Piera) y *Felis antediluviana* Kaup (La Tarumba) (1).

Es interesante consignar que tres de las especies de carnívoros vindobonienses de nuestra cuenca han sido ya citadas del Burdigaliense y Vindoboniense inferior de Portugal (valle bajo del Tajo): *Pseudaelurus quadridentatus* Blainville, *P. transitorius* Gaillard y *Albanosmilus Jourdani* Filhol.

Del Vindoboniense español sólo se conocía, hasta el presente, una especie, que fué descrita por el Dr. Eduardo

(1) Del Pontiense español se conocen, además, las siguientes especies, que no han sido halladas, hasta ahora, en nuestros terrenos: *Amphicyon major* Lartet y *A. major* var. *pyrenaicus* Depéret et Rerolle, de la Cerdaña, *Hyaenarctos* sp., de Alcoy y Concud, *Hyaena eximia* Roth et Wagner, de Concud y Puebla de Almoradiel, *Ictitherium* sp., de Cerdaña, y *Machairodus aphanistus* Kaup, de Concud. Además un Mustélido inclasificado de Los Aljezares (Teruel).

Hernández-Pacheco, del Mioceno medio de Palencia, el *Trochictis toxodon* Lartet. En cuanto a los Insectívoros, aparte de unas citas genéricas del Dr. Bataller (*Talpa*, *Sorex* y *Erinaceus*), son todas formas nuevas para el Vindoboniense de España.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en las exploraciones que hemos realizado por la cuenca miocénica del Vallés-Panadés, especialmente por los yacimientos vindobonienses ya indicados, vienen a demostrar la gran riqueza faunística del Mioceno español en esta región, lo que permite establecer ya algunas relaciones con los demás yacimientos europeos clásicos.

El estudio estratigráfico de la cuenca, que realiza nuestro amigo D. Noel Llopis, determinará de una manera definida la sucesión de los niveles miocénicos. Por el momento las faunas halladas permiten establecer, aproximada y esquemáticamente, los horizontes miocénicos de la comarca.

El Vindoboniense medio se halla representado por el yacimiento de San Quirico (Vallés), sincrónico de la Grive, y parece corresponderse con el nivel de la brecha de Hostalets de Pierola. Inmediatamente después deben colocarse las capas con *Dryopithecus* (zona entre Can Vila y Can Mata), que parecen corresponderse con los niveles de Simorre, o sea, con un Vindoboniense más superior. En Hostalets, en los bordes occidentales de la depresión Can Mata-Ocata (Mas de Ocata, cercanías de Hostalets, Mas Fla-

qué, etc.), hallamos unas capas con *Hipparion*, relativamente escaso en comparación con los yacimientos pontienses clásicos, con *Ictitherium hipparionum*, abundantes roedores y algunas formas de Insectívoros, las cuales corresponderían al Pontense inferior. Por último, hallamos los horizontes superiores del Pontense, o sea el nivel de Píkermi, localizado en los yacimientos de Piera, Sabadell, Tarraça, San Miguel del Taudell, La Tarumba, Can Llobateres, etc., con fauna típica: *Mastodon longirostris* Kaup, *Hipparion gracile* Kaup, muy abundante, *Aceratherium incisivum* Kaup, *Tragoceras amaltheus* Roth et Wagner, etcétera.

Nos hemos limitado hasta aquí a enumerar los niveles fosilíferos; en cuanto a sus relaciones con las formaciones contiguas, pueden hallarse diversos datos en los trabajos de Bataller, referidos al Mioceno continental del Panadés [19 y 44]. En los preliminares del presente trabajo, nos hemos referido a algunos detalles estratigráficos con la publicación de unos cortes debidos al segundo de nosotros y al Sr. Llopis, ya citado. Esperamos algún día poder dar a conocer de una manera completa la sucesión estratigráfica de la interesante cuenca del Vallés-Panadés hasta hace poco casi desconocida en este aspecto. Téngase en cuenta, como ya indica en otro lugar el Dr. Bataller, que en los mapas geológicos publicados hasta el presente, las formaciones de los alrededores de Piera y de Hostalets de Pierola, habían sido señalados como pertenecientes al Cuaternario.

* * *

Al terminar aquí nuestro capítulo inicial del estudio completo de los vertebrados de la cuenca tantas veces

mencionada, queremos hacer llegar nuestra profunda gratitud a todos cuantos, en mayor o menor grado, han facilitado nuestra labor. Al Dr. Jean Viret, del Museo de Lyon, de quien hemos hecho mención reiteradamente en el texto y quien ha esclarecido alguna de nuestras dudas con su probada gentileza; al Dr. Agustín Marín y Bertrán de Lis, Director del Instituto Geológico y Minero de España, por la cordial acogida y constante estímulo que ha prestado a nuestras empresas paleontológicas; al Dr. J. R. Bataller, del Seminario Conciliar de Barcelona, quien ha facilitado nuestra obra, poniendo a nuestro alcance abundante bibliografía; al Dr. Maximino San Miguel de la Cámara, a quien nunca agradeceremos bastante sus continuas bondades; al Dr. Eduardo Hernández-Pacheco, nuestro ilustre amigo, quien en todo momento ha puesto a nuestra disposición la bibliografía del Museo Nacional de Ciencias Naturales y su constante apoyo moral, lo mismo que su hijo el Dr. Francisco Hernández-Pacheco; al Dr. Marcet y Riba y al Sr. Noel Llopis, del Laboratorio de Geología de la Universidad de Barcelona, en donde hemos hallado una agradable y propicia atmósfera de cordialidad para nuestra empresa. Capítulo aparte por la directa colaboración en nuestras campañas explorativas y organización, merecen nuestros excelentes camaradas Juan Montada, de Barcelona, y Juan Andrés, de Sabadell, a quienes nos hemos referido ya anteriormente, así como los señores Luis Mas y Vicente Renom, de la Junta Directiva del Museo de Sabadell y D. Jaime Truyols, estudiante de Naturales. Por fin, agradecemos a los Sres. José Closes y Joaquín Mateu, en lo mucho que vale, su excelente colaboración en el dibujo de las especies descritas, al señor Vilarrubia, del Museo de Barcelona, quien nos ha ayudado en la tarea fotográfica y al Sr. Pedro Andrés, de Saba-

dell, quien ha dado su inteligente concurso en la misma cuestión.

* * *

Durante la redacción del presente trabajo, ha aumentado con nuevas publicaciones, el caudal bibliográfico referido a la paleontología mastodológica de la cuenca: una del Dr. Bataller [44] y dos nuestras [45] y [46].

Laboratorio de Paleontología del Museo de Sabadell.
Abril, 1942.

Addenda

Al terminar la corrección de pruebas del presente trabajo, nos ha parecido oportuno ponerlo al corriente de nuestros nuevos hallazgos, referidos a los dos órdenes de mamíferos que nos ocupan. Desde la redacción de las páginas anteriores, hemos continuado con mucha frecuencia nuestras exploraciones por la cuenca del Vallés-Panadés, y durante las mismas nos ha sido dado descubrir nuevas localidades y capas fosilíferas, como las de Can Purull y Can Trullás, en las cercanías de Viladecaballs, y la brecha osífera del Torrentet dels Traginers, cerca de Piera, ambas pertenecientes a los niveles pontienses. En éstos, y en los yacimientos ya conocidos, aparte de nuevos restos de las especies ya descritas, hemos hallado algunas otras, que sumariamente vamos a detallar, y cuya descripción ha sido y

será objeto de nuevos trabajos, algunos de los cuales se hallan ya en vías de publicación. Los hallazgos, pues, que significan novedad son los siguientes:

Insectívoros

VINDOBONIENSE.—En San Quírico hemos hallado la dentición inferior (región molar) de *Talpa (?) minuta* Blainville, hasta el presente desconocida, un húmero de un gran Eri-naceido, todavía inclasificado, y un fragmento de mandíbula de otro insectívoro, que está por determinar. De Hostalrets de Pierola merece mención el hallazgo del *Plesiodimylus Chantrei* Gaillard, que sólo se conocía de San Quírico, y unos restos que pertenecen, con dudas, al *Palerinaceus intermedius* Gaillard.

PONTIENSE.—Aparte de lo que señalábamos en el RESUMEN del presente trabajo, sobre los restos de Insectívoros hallados en unas capas que atribuíamos al Pontiense inferior (*Pseudogalerix* cf. *Sthelini* Gaillard y *Galerix exilis* Blainville), los hallazgos más notables han sido hechos en la nueva localidad de Can Purull (Viladecaballs), en donde ha aparecido una nueva especie de Tálpedo, la *Talpa vallesensis* nova sp., un resto indeterminable de otra *Talpa* y otra nueva especie, ésta del género *Lantanotherium*, el *L. Sanmigueli* nova sp. Señalemos de paso que, aparte del interés de los restos de *Talpa* que, según nuestros conocimientos, son los primeros del nivel Pontiense de Europa, los Insectívoros a que nos referimos son los primeros descritos del Pontiense español.

Carnívoros

VINDOBONIENSE.—Del yacimiento de San Quirico merece mención el hallazgo de una carnicera inferior, atribuible, con ciertas probabilidades, a la especie *Trocharion albanense* Forsyth Major, nueva para España, y un fragmento de mandíbula de un *Martes*, probablemente nueva especie. En Hostalets de Pierola hemos hallado un fragmento de mandíbula del *Trochictis toxodon* Lartet, que era el único carnívoro conocido (Palencia) del Vindoboniense español hasta el presente trabajo (véase RESUMEN).

PONTIENSE.—En Can Purull (Viladecaballs) descubrimos hace poco un magnífico fragmento de mandíbula de una nueva especie de *Indarctos* el *I. Vireti* nova sp, y en la nueva brecha de Piera hemos hallado muy recientemente un cráneo entero, varias piezas dentarias superiores e inferiores y gran número de huesos de *Hyaena eximia* Roth et Wagner, hasta ahora no conocida de nuestra cuenca.

Después de todo lo antedicho, las listas de Insectívoros y Carnívoros quedan establecidas como sigue:

Insectívoros

VINDOBONIENSE.

Talpa (?) *minuta* Blainville.

Proscapanus sansaniensis Lartet.

Sorex pusillus Meyer, var. *grivensis* Depéret.

Crocidura Schlosseri Roger (= *Heterosorex sansaniensis* Lartet).

Plesiodimylus Chantrei Gaillard.

Galerix exilis Blainville.

? *Palerinaceus intermedius* Gaillard.

Erinaceus sp.

PONTIENSE.

Talpa vallesensis nova sp.

Talpa sp.

Pseudogalerix cf. *Sthelini* Gaillard.

Galerix exilis Blainville.

Lantanotherium Sanmigueli nova sp.

Carnívoros

VINDOBONIENSE.

Martes Munki Roger.

Mustela delphinensis Depéret.

? *Trocharion albanense* Forsyth Major.

Martes nova sp. ?

Trochictis toxodon Lartet.

Laphictis mustelinus Viret.

Palaeomeles (nov. gen.) *Pachecoi* nova sp.

Plesictis sp.

Viverra sansaniensis Lartet.

Herpestes cf. *crassus* Filhol.

» cf. *dissimilis* Mayet.

» (*Leptoplesictis aurelianensis* Schlosser.

Ictitherium Montadai nova sp.

» sp.

Pseudaelurus quadridentatus Blainville.

» *transitorius* Depéret.

» *Marini* nova. sp.

Albanosmilus Jourdani Filhol.

» » Filhol, var. *Andresi* var. nova.

PONTIENSE.

Metarctos Batalleri Viret.*Indarctos Vireti* nova sp.*Herpestes* cf. *crassus* Filhol.*Ictitherium Orbignyi* Gaudry.» *robustum* Gaudry,» *hipparionum* Gaudry.*Hyaenictis graeca* Gaudry.*Hyaena eximia* Roth et Wagner.*Felis antediluviana* Kaup.

Museo de Sabadell, abril, 1943.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] CALDERÓN (Salvador): «Catálogo de los vertebrados fósiles de España». Anales de la Sociedad Española de Historia Natural. Tomo V. Madrid, 1876.
- [2] MALLADA (Lucas): «Catálogo general de las especies fósiles encontradas en España». Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España. Tomo XVIII. Madrid, 1891.
- [2 bis] ALMERA (Jaime): «Sobre la serie de mamíferos fósiles descubiertos en Cataluña». Mem. de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona. Barcelona, 1896.
- [2 a] FAURA Y SANS (M.): «Mamífers fòssils descoberts a Catalunya». Bol. de la Institució Catalana d'Historia Natural. Barcelona, 1908.
- [3] HERNÁNDEZ-PACHECO (Eduardo): «Los vertebrados terrestres del Mioceno de la Península Ibérica». Memoria 4.^a de la R. Sociedad Española de Historia Natural. Tomo IX. Madrid, 1914.
- [4] HERNÁNDEZ-PACHECO (Eduardo) y DANTÍN (J.): «Geología y Paleontología del Mioceno de Palencia». Memoria 5.^a de la Comisión de Investigaciones Paleontológicas y Prehistóricas. Madrid, 1915.

- [5] BATALLER (J. R.): «Mamífers fòssils de Catalunya». Trabajos de la Institució Catalana d'Història Natural. Barcelona, 1918.
- [6] HERNÁNDEZ-PACHECO (Eduardo): «La llanura manchega y sus mamíferos fósiles». Memoria n.º 28 de la Comisión de Investigaciones Paleontológicas y Prehistóricas. Madrid, 1921.
- [7] HERNÁNDEZ-PACHECO (Eduardo): «Las grandes fieras de los yacimientos paleontológicos de Concud», Boletín de la R. Sociedad Española de Historia Natural. Tomo XXX. Madrid, 1930.
- [7 bis] HERNÁNDEZ-PACHECO (Eduardo): «Un suido y un nuevo cérvido del yacimiento paleontológico de Concud». Bol. de la R. Sociedad Española de Historia Natural. Tomo XXX. Madrid, 1930.
- [8] DUPUY DE LÔME-CALEYA: «Nota acerca de un yacimiento de mamíferos fósiles en el Rincón de Ademúz (Valencia)». Boletín del Instituto Geológico y Minero de España. Tomo XXXIX. Madrid, 1918.
- [9] DANTÍN (Juan): «Acerca de un molar de *Listriodon splendens* H. von Meyer hallado en Jadraque (Guadalajara)». Asociación Española para el Progreso de las Ciencias. Congreso de Salamanca. Tomo VI. Madrid, 1924.
- [10] HERNÁNDEZ-PACHECO (Francisco): «Fisiografía y Paleontología del territorio de Valladolid». Memoria n.º 37 de la Comisión de Investigaciones Paleontológicas y Prehistóricas. Madrid, 1930.
- [11] HERNÁNDEZ-PACHECO (Francisco): «Nota sobre la estratigrafía y los mamíferos miocenos de Nombrevilla (Zaragoza)». Boletín del Instituto Geológico de España. Tomo XLVII de la 3.ª serie. Madrid, 1926.
- [12] HERNÁNDEZ-PACHECO (Francisco): «Un nuevo yaci-

- miento de vertebrados fósiles del Mioceno de Madrid». Bol. de la R. Sociedad Española de Historia Natural. Tomo XXVI. Madrid, 1926.
- [12 bis] ROYO Y GÓMEZ (J.): «Nuevos yacimientos de mamíferos miocénicos de la provincia de Valladolid». Bol. de la R. Sociedad Española de Historia Natural. Tomo XXIX. Madrid, 1929. Además, otras notas y comunicaciones del autor en el mismo Boletín.
- [13] ROMAN (F.) et TORRES (A.): «Le Neogène continental dans la basse vallée du Tage (rive droite)». Commission du Service Geol. de Portugal. Lisboa, 1907.
- [14] ROMAN (F.): «Nouvelles observations sur les faunes continentales tertiaires et quaternaires de la basse vallée du Tage». Com. da Comissao do Service Geológico. Tomo XII. Lisboa, 1917.
- [15] FLEURY (E.): «Notes sur les formations tertiaires et quaternaires portugaises.—I. Gisement de vertèbres tertiaires de Quinta de Marmelal (Santarem)». Commission des Serv. Geol. de Portugal. T. XIII. 1919-22.
- [15 bis] ZBYSZEWSKY (Georges): «Decouverte de nouveaux gisements de vertèbres terrestres dans le Neogène de Lisbonne (Portugal)». C. R. des Séances de l'Acad. des Sc. T. 205. Paris, 1937.
- [16] ZBYSZEWSKY (Georges): «Les problemes du Neogène continental de la basse vallée du Tage (rive droite)». Asociación Española para el Progreso de las Ciencias. Tomo del XVI Cong. en Zaragoza. Madrid, 1941.
- [17] BATALLER (J. R.): «Mamífers fòssils de Catalunya. Nota paleontològica». But. de la Institució Catalana d'Història Natural. Tomo XXI. Barcelona, 1921.
- [18] BATALLER (J. R.): «Contribució a l'estudi de nous mamífers fòssils de Catalunya». Arxius de l'Institut de Ciències. Any XII. N.º 1. Barcelona, 1924.

- [19] BATALLER (J. R.): «Los yacimientos de vertebrados fósiles miocénicos de Cataluña». *Comptes Rendus XIV Congrès Géol. Int.*, 1926. Madrid, 1928.
- [20] BATALLER (J. R.): «Comunicación a la "Institució Catalana d'Hist. Nat."», en sesión del 1 de diciembre. Barcelona, 1934.
- [20 bis] BATALLER (J. R.): «Els ratadors fòssils de Catalunya». Barcelona, 1938.
- [21] VILLALTA (José F. de) y CRUSAFONT (Miguel): «Primera nota sobre vertebrats fòssils miocènics del Vallès». *But. Institució Catalana d'Història Natural*. Vol. 33. Barcelona, 1933.
- [22] VILLALTA (José F. de) y CRUSAFONT (Miguel): «Segona nota sobre els mamífers miocènics del Vallès». *But. Institució Catalana d'Hist. Nat.* Vol. 34. Barcelona, 1934.
- [23] VILLALTA (José F. de) y CRUSAFONT* (Miguel): «Noticia preliminar sobre la fauna de carnívoros del Mioceno continental del Vallés-Panadés». *Bol. de la Real Sociedad Española de Hist. Natural*. Tomo XXXIX. Madrid, 1941.
- [24] VILLALTA (José F. de) y CRUSAFONT (Miguel): «Los vertebrados fósiles del Mioceno continental del Vallés-Panadés (provincia de Barcelona)». *Publicaciones del Museo de Sabadell. Sec. de Paleontología*. Sabadell, 1941.
- [25] BATALLER (J. R.) y SOLÁ (J. Sch. P.): «El *Dinotherium giganteum* a Terrassa». *But. Institució Catalana d'Història Natural*. Tomo 28. Barcelona, 1928.
- [26] SOLÁ (J. Sch. P.): «El *Dinotherium giganteum*, Kaup trabat a Terrassa». *Arxiu del Centre Excursionista de Terrassa*. Any X. Tarrasa, 1928.
- [27] SOLÉ SABARÍS (Luís): «Presencia del *Dinotherium gi-*

- ganteum* Kaup en Caldas de Montbuy (Barcelona)». *Asociación para el estudio geológico del Mediterraneo Occidental*. Barcelona, 1936.
- [28] CRUSAFONT PAIRÓ (M.): «La Colección Paleontológica del Museo de Sabadell». *Reseñas científicas de la R. Soc. Esp. de Hist. Nat.* Tomo X. Madrid, 1935.
- [29] CRUSAFONT PAIRÓ (M.): «La sala de Paleontología del Museo de Sabadell». *Publicaciones del Museo de Sabadell*. Sabadell, 1941.
- [30] ZITTEL (Karl A.): «Paleozoologie. Mammalia». París, 1894.
- [31] CABRERA (Angel): «Genera Mammalium. Insectivora. Galeopithecia». *Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas*. Madrid, 1925.
- [32] GAILLARD (Claude): «Nouveau genre de musaraignes dans les dépôts, miocènes de la Grive Saint-Alban». *Annales de la Société Linnéenne de Lyon*. Tomo LXII. Lyon, 1915.
- [33] VIRET (Jean): «Decouverte de *Metacordylodon Schlosseri* Andreae a la Grive Saint-Alban». *Bull. de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse*. Tomo LXI. Toulouse, 1931.
- [34] STHELIN: «Uebersicht uber die Saugëtierre der schweizerischen melasseformation...» *Verhandl. d. naturf. Gessellschaft*. Bd. XXV. Basel, 1914.
- [35] VIRET (Jean): «Etude sur quelques Erinacéidés fossiles». *Travaux du Laboratoire de Geologie de la Faculte de Sciences de Lyon*. Fascicules XXXIV y XXXIX. *Memoire num. 28*. Lyon, 1938 y 1940.
- [36] GAILLARD (Claude): «Nouveaux mammifères dans les dépôts miocènes de la Grive Saint-Alban». (Isère). *Bull. de la Société des Naturalistes et des Archéologues de l'Ain. Bourg*, 1938.

- [37] LECHE (W): «Zur Entwicklungsgeschichte d. Zahnsyst. d. Saugètiere. Zoologica». XV. H. XXXVII. 1902.
- [38] SEEMANN (I): «Paleontographica». Bd. LXXXIX. Abt. A, 1938.
- [39] KITTL (E. von): «Beitrage zur Kenntniss der fossilen Saugètiere von Maragha in Persien». I. Carnivoren. Annalen des k. k. Naturhistorischen Hofmuseums. Bd. II. Wien, 1887.
- [39] bis BOULE (Marcellin): «Revision des espèces européennes de *Machairodus*». Bull. de la Societé Geologique de France. 4^{ème} série. Tomo I. Paris, 1901.
- [40] HURZELLER (Joahannes): «Sur des Canidés felinoides du Miocène européen». Compte-rendu de la Societé Paleontologique Suisse. Eclogae geologicae Helvetiae. Vol. XXXIII. num. 2. Bâle, 1940.
- [41] ZDANSKY (O.): «Jungtertiare Carnivoren Chinas». Paleontologica Sinica. Peking, 1924.
- [42] VILANOVA (Juan): «Ensayo de descripción geognóstica de la provincia de Teruel». Madrid, 1863.
- [43] SMITH WOODWARD: «The lover Pliocene Bonebed of Concud (Spain)». Geological Magazine. Vol. X. London, 1903.
- [44] BATALLER (J. R.): «Los yacimientos paleontológicos de Piera (Barcelona)». Bol. Sociedade Geologica de Portugal. Vol. I. Fasc. I. Porto, 1941.
- [45] VILLALTA (José F. de) y CRUSAFONT (Miguel): «Hallazgo del *Dryopithecus Fontani*, Lartet, en el Vindoboniense de la cuenca del Vallés-Panadés». Bol. del Instituto Geológico y Minero de España. Tomo LV de la 3.^a serie. Madrid, 1941.
- [46] VILLALTA (José F. de) y CRUSAFONT (Miguel): «Los Insectívoros del Vindoboniense de la cuenca del Vallés-Panadés». Noticia preliminar. Anales de la

Asociación Española para el Progreso de las Ciencias. Año VII, núm. 1. Madrid, 1942.

La bibliografía referida a las especies, se ha incluido en la descripción de cada una de ellas. La bibliografía completa referida a los yacimientos de la cuenca del Vallés-Panadés, se halla en nuestro Catálogo de 1941 (24).



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.

- I. Los estudios de Paleontología mastodológica en la Península..... 3
- II. Los yacimientos de vertebrados miocénicos de España..... 7

LOS YACIMIENTOS DEL MIOCENO CONTINENTAL DEL VALLÉS-PANADÉS.

- I. Historia 11
- II. Los yacimientos 14
- III. La fauna 25
- IV. La brecha de Hostalets de Pierola 28
- V. La fauna de Insectívoros y Carnívoros..... 29

- INSECTÍVORA 33
- Familia Talpidae 33
 - Talpa (?) minuta Blainville 34
 - Proscapanus sansaniensis Lartet 36
- Familia Soricidae... 38
 - Sorex pusillus v. Meyer, raza grivensis Depéret 39
 - Crocidura Schlosseri Roger 41
- Familia Dimylidae 45
 - Plesiodimylus Chantrei Gaillard 46
- Familia Erinaceidae 49
 - Galerix exilis Blainville 51
 - Pseudogalerix Sthelini Gaillard..... 55
 - Erinaceus sp. 59
- Cuadro de distribución geográfica 61

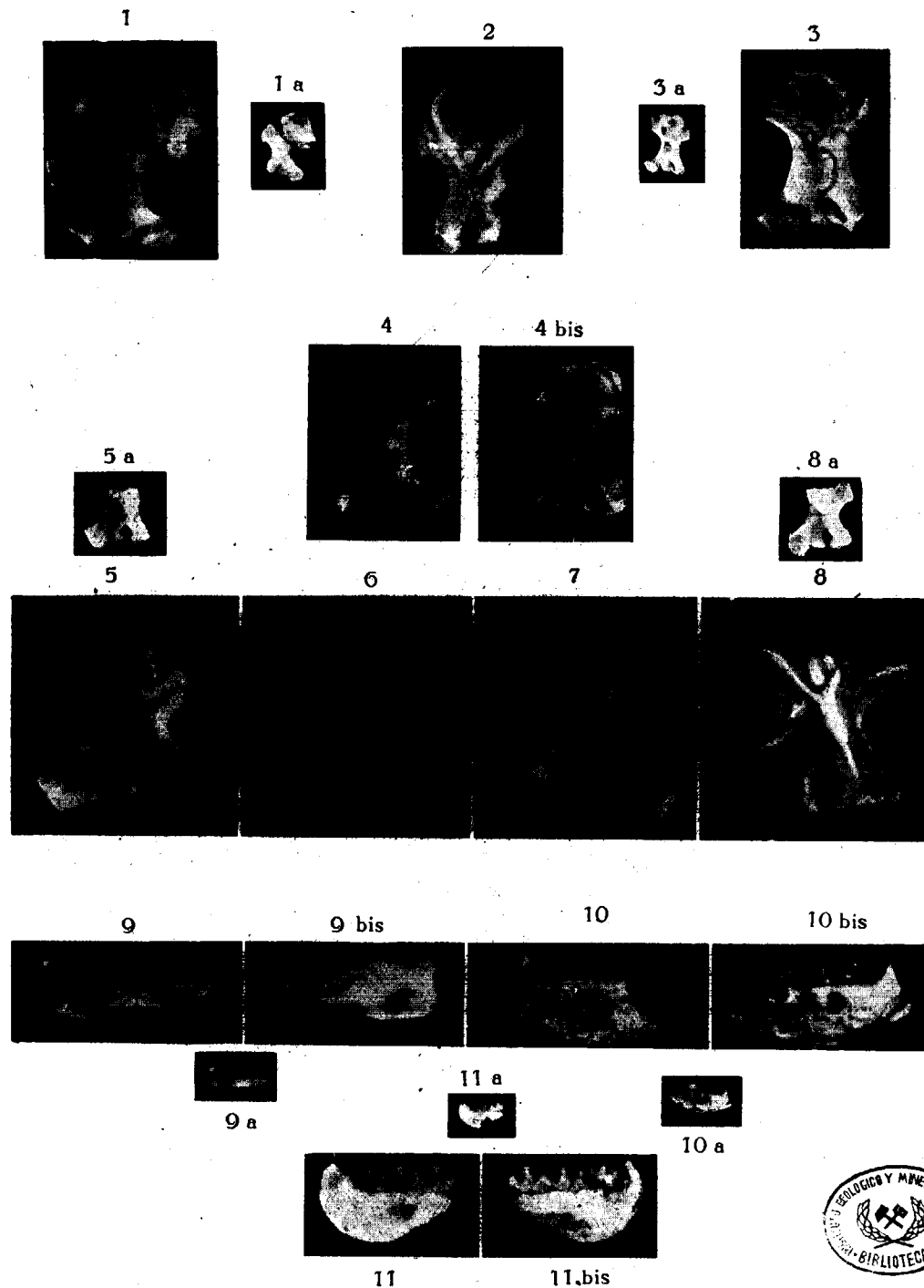
| | |
|---|-----|
| CARNIVORA (Vindoboniense) | 63 |
| Familia Mustelidae | 63 |
| <i>Mustela</i> (Martes) <i>Munki</i> Roger | 64 |
| <i>Mustela delphinensis</i> Depéret | 68 |
| <i>Laphyctis mustelinus</i> Viret | 70 |
| <i>Plesictis</i> sp. | 84 |
| <i>Palaeomeles</i> (nov. gen.) <i>Pachecoi</i> nova sp. | 84 |
| Familia Viverridae | 93 |
| <i>Viverra sansaniensis</i> Lartet | 95 |
| <i>Herpestes</i> (<i>Leptoplesictis</i>) <i>aurelianensis</i> Schlosser | 97 |
| <i>Herpestes</i> cf. <i>dissimilis</i> Mayet | 100 |
| <i>Herpestes</i> cf. <i>crassus</i> Filhol | 101 |
| <i>Ictitherium Montadai</i> nova sp. | 103 |
| <i>Ictitherium</i> sp. | 120 |
| Familia Felidae | 120 |
| <i>Albanosmilus Jourdani</i> Filhol | 122 |
| <i>Albanosmilus Jourdani</i> Filhol var. <i>Andresi</i> var. nova ... | 127 |
| <i>Pseudaelurus quadridentatus</i> Blainville | 135 |
| <i>Pseudaelurus transitorius</i> Depéret | 141 |
| <i>Pseudaelurus Marini</i> , nova sp. | 144 |
| | |
| CARNIVORA (Pontiense) | 150 |
| Familia Canidae | 150 |
| <i>Metarctos Batalleri</i> Viret | 151 |
| Familia Viverridae | 153 |
| <i>Herpestes</i> cf. <i>crassus</i> Filhol | 153 |
| <i>Ictitherium Orbignyi</i> Gaudry | 156 |
| <i>Ictitherium robustum</i> Gaudry | 158 |
| <i>Ictitherium hipparionum</i> Gaudry | 160 |
| Familia Hyaenidae | 164 |
| <i>Hyaenictis graeca</i> Gaudry | 165 |
| Familia Felidae | 167 |
| <i>Felis antediluviana</i> Kaup | 168 |
| | |
| RESUMEN | 171 |
| | |
| CONCLUSIONES | 175 |
| Addenda | 178 |
| | |
| BIBLIOGRAFIA | 183 |

LÁMINAS

LAMINA I

- Fig. 1.—*Talpa (?) minuta* Blainville.—Húmero. Tam. 3/1. Fig. 1 a: El mismo, a tamaño natural. Col. Villalta. Hostalets de Pierola. Vindoboniense.
- Fig. 2.—*Talpa (?) minuta* Blainville.—Húmero. Tam. 3/1. Col. Crusafont. Museo de Sabadell. San Quirico. Vindoboniense.
- Fig. 3.—*Talpa (?) minuta* Blainville.—Húmero. Tam. 3/1. Fig. 3 a: El mismo, a tamaño natural. Col. Crusafont. Museo de Sabadell. Hostalets de Pierola. Vindoboniense.
- Figs. 4 y 4 bis.—*Talpa (?) minuta* Blainville.—Húmero visto por las dos caras. Tam. 3/1. Col. Thomas. San Quirico. Vindoboniense.
- Fig. 5.—*Proscapanus sansaniensis* Lartet.—Fragmento de húmero. Tamaño 3/1. Fig. 5 a: El mismo, a tamaño natural. Col. Crusafont. Museo de Sabadell. San Quirico. Vindoboniense.
- Figs. 6 y 7.—*Proscapanus sansaniensis* Lartet.—Fragmento de húmero, visto por las dos caras. Tam. 3/1. Col. Thomas. San Quirico. Vindoboniense.
- Fig. 8.—*Proscapanus sansaniensis* Lartet.—Fragmento de húmero. Tamaño 3/1. Fig. 8 a: El mismo, a tamaño natural. Col. Crusafont. Museo de Sabadell. San Quirico. Vindoboniense.
- Fig. 9.—*Crocidura Schlosseri* Roger.—Fragmento de mandíbula derecha con el I. Tam. 3/1. Cara externa. Fig. 9 bis: El mismo, por la cara interna. Fig. 9 a: El mismo, a tamaño natural. Col. Crusafont. Museo de Sabadell. Hostalets de Pierola. Vindoboniense.
- Fig. 10.—*Crocidura Schlosseri* Roger.—Fragmento de mandíbula izquierda con I, M 1 y M 2. Cara interna. Tam. 3/1. Fig. 10 bis: El mismo, por la cara externa. Fig. 10 a: El mismo, a tamaño natural. Col. Crusafont. Museo de Sabadell. Hostalets de Pierola. Vindoboniense.
- Fig. 11.—*Crocidura Schlosseri* Roger.—Fragmento de mandíbula derecha con M 1, M 2 y M 3. Cara externa. Tam. 3/1. Fig. 11 bis: El mismo, por la cara interna. Fig. 11 a: El mismo, a tamaño natural. Col. Crusafont. Museo de Sabadell. San Quirico. Vindoboniense.

(Fotos Vilarrubia-Villalta.)



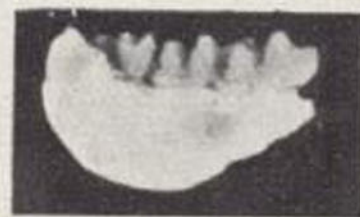
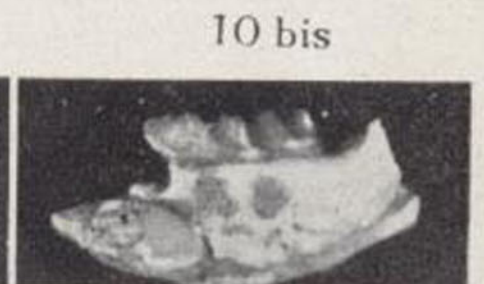
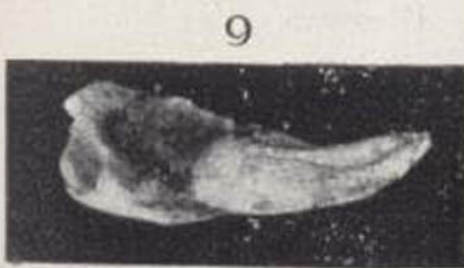


5

6

7

8



11

11 bis

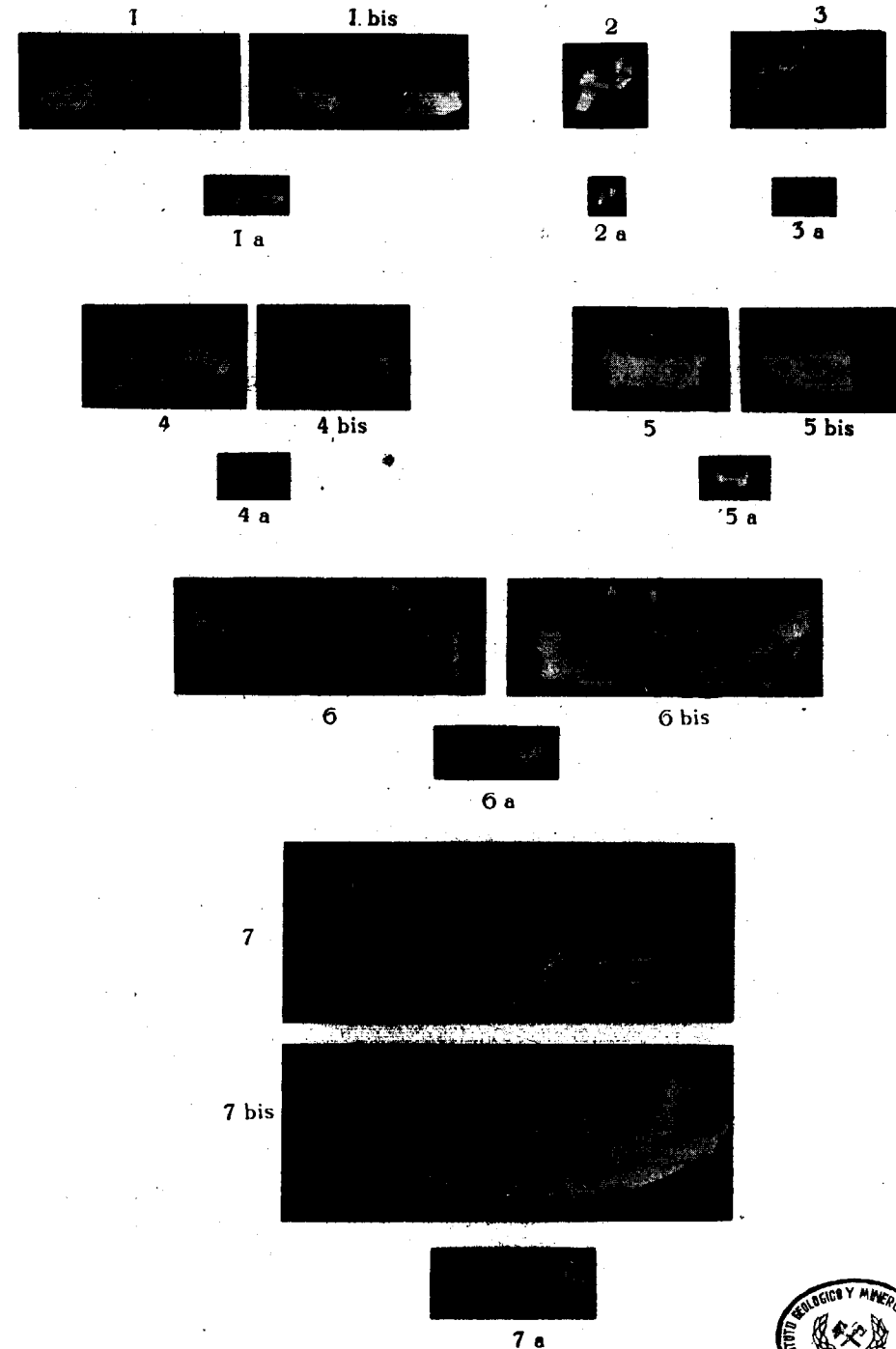


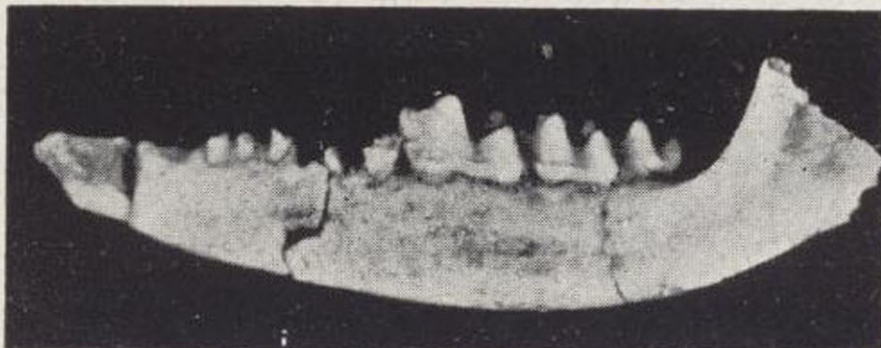
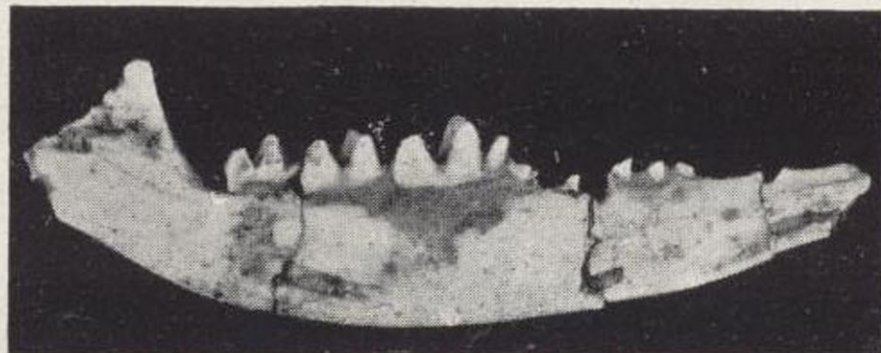
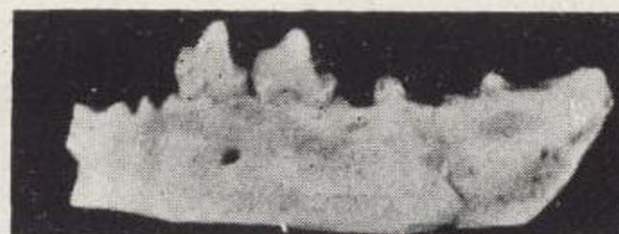
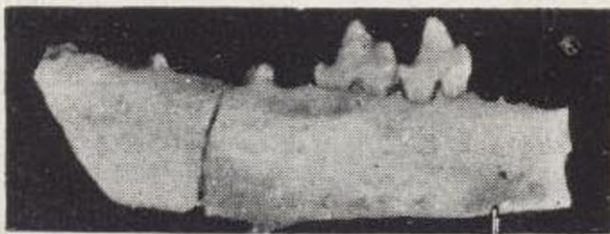
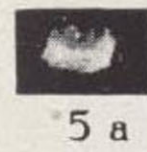
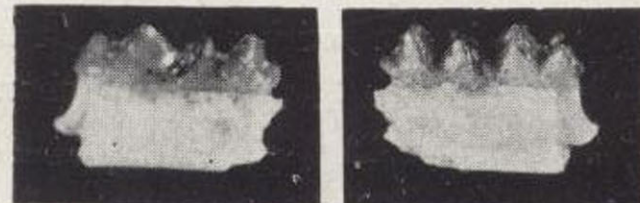
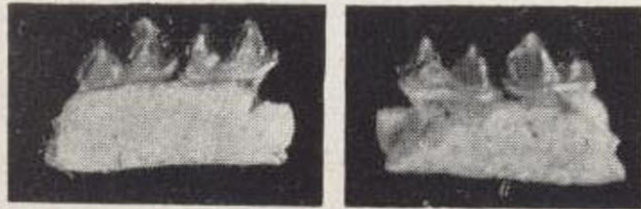
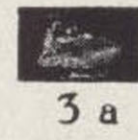
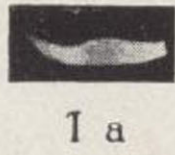
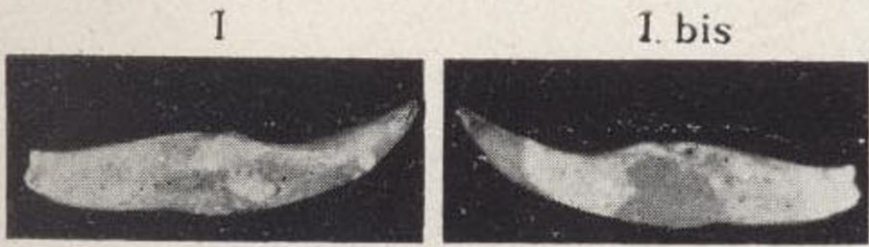
LAMINA II

- Fig. 1.—*Crociodura Schlosseri* Roger.—Incisivo inferior izquierdo. Cara interna. Tam. 3/1. Fig. 1 bis: El mismo cara externa. Fig. 1 a: El mismo, a tamaño natural. Col. Crusafont. Museo de Sabadell. San Quírico. Vindoboniense.
- Fig. 2.—*Galerix exilis* Blainville.—M 2 inferior derecho. Cara externa. Tam. 3/1. Fig. 2 a: El mismo, a tamaño natural. Col. Crusafont. Museo de Sabadell. San Quírico. Vindoboniense.
- Fig. 3.—*Crociodura Schlosseri* Roger.—Fragmento de mandíbula derecha con el M 2. Cara interna. Tam. 3/1. Fig. 3 a: El mismo, a tamaño natural. Col. Crusafont. Museo de Sabadell. San Quírico. Vindoboniense.
- Fig. 4.—*Plesiodimylus Chantrei* Gaillard.—Fragmento de mandíbula izquierda con los dos mo'ares. Cara interna. Tam. 3/1. Fig. 4 bis: El mismo, cara externa. Fig. 4 a: El mismo, a tamaño natural. Col. Villalta. San Quírico. Vindoboniense.
- Fig. 5.—*Plesiodimylus Chantrei* Gaillard.—Fragmento de mandíbula derecha, con los dos molares. Cara externa. Tam. 3/1. Fig. 5 bis: El mismo, cara interna. Fig. 5 a: El mismo, a tamaño natural. Col. Crusafont. Museo de Sabadell. San Quírico. Vindoboniense.
- Fig. 6.—*Galerix exilis* Blainville.— Fragmento de mandíbula izquierda con P 3 y P 4. Cara interna. Tam. 3/1. Fig. 6 bis: El mismo, cara externa. Fig. 6 a: El mismo, a tamaño natural. Col. Crusafont. Museo de Sabadell. San Quírico. Vindoboniense.
- Fig. 7.—*Pseudogalerix Sthelini* Gaillard.—Mandíbula izquierda, con M 1, M 2 y M 3. Cara interna. Tam. 3/1. Fig. 7 bis: El mismo, cara externa. Fig. 7 a: El mismo, a tamaño natural. Col. Crusafont. Museo de Sabadell. Hostalets de Pierola. Vindoboniense.

(Fotos Vilarrubia-Villalta.)

LÁMINA II





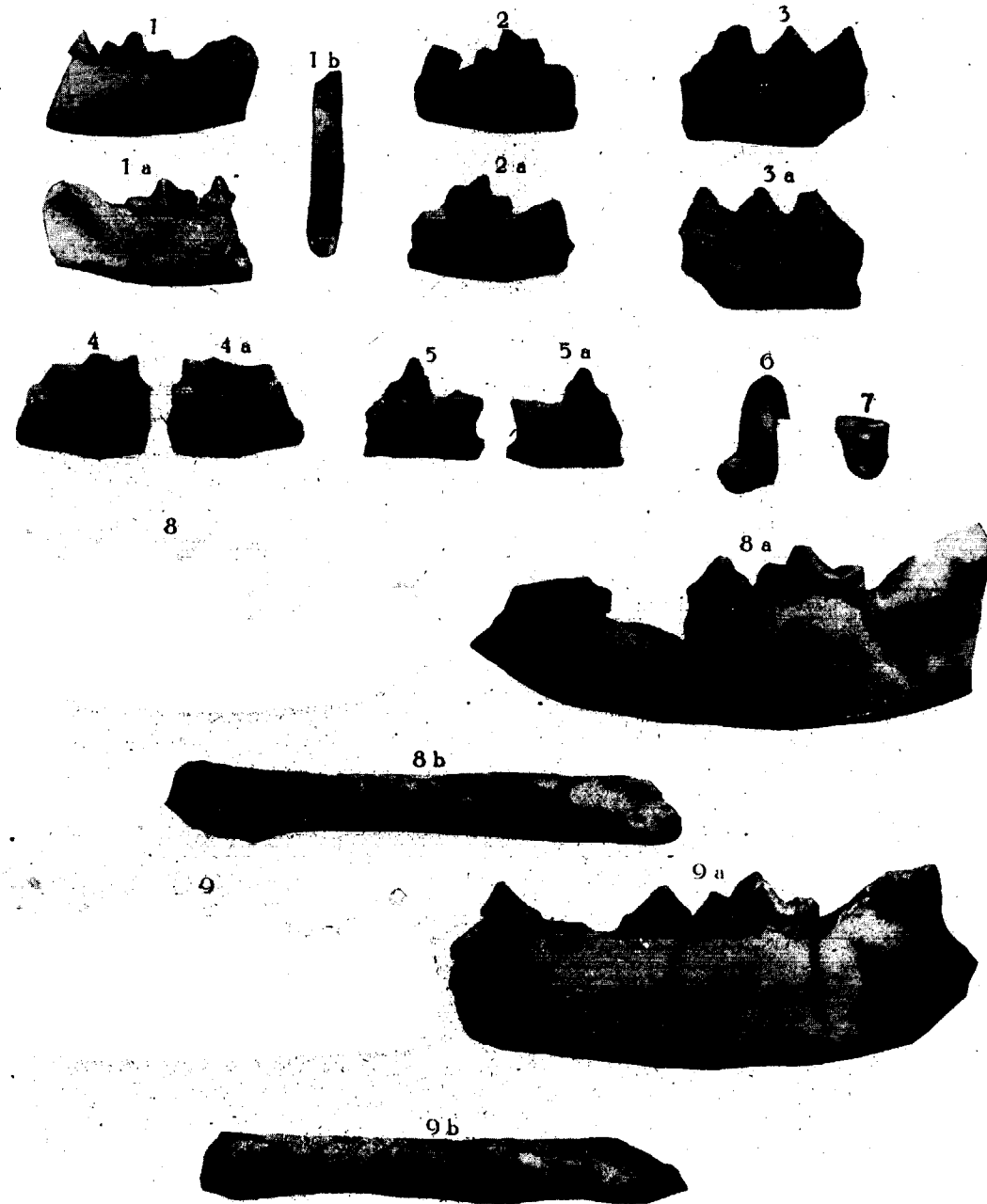
LAMINA III

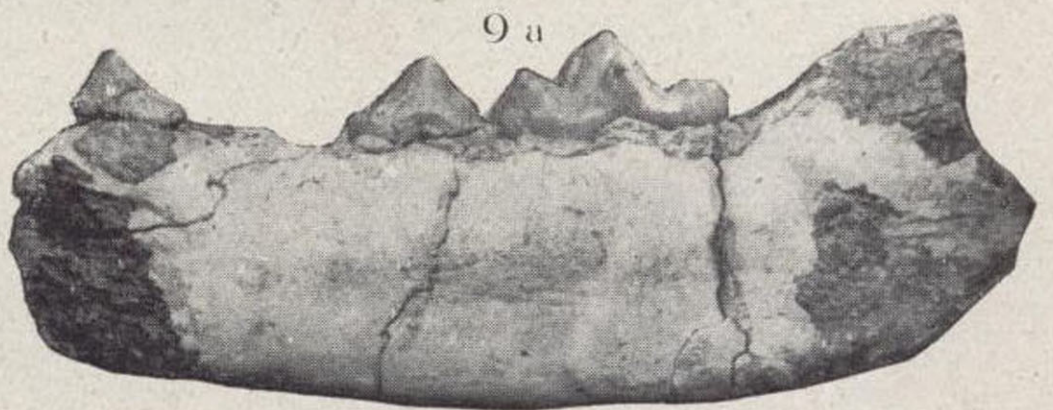
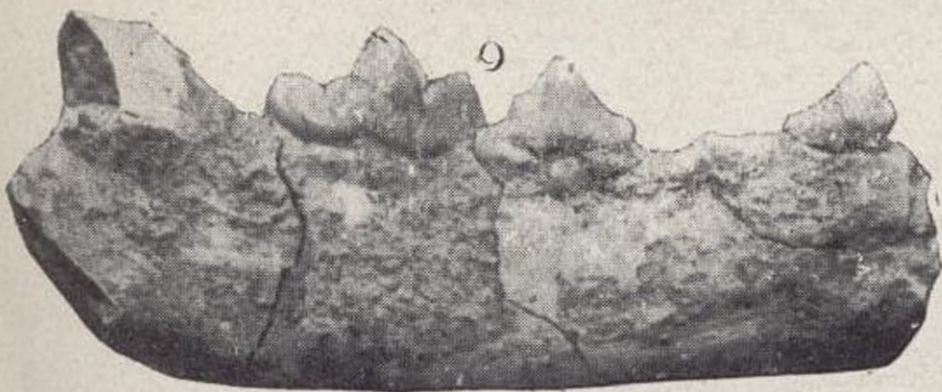
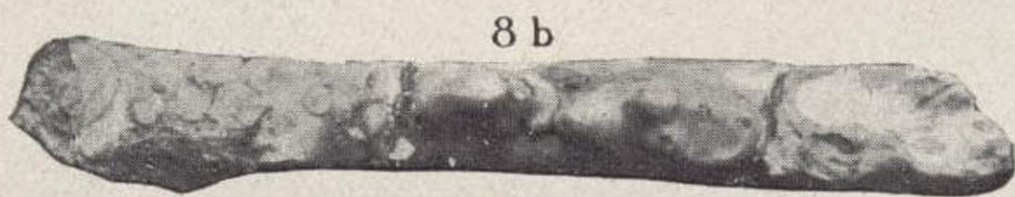
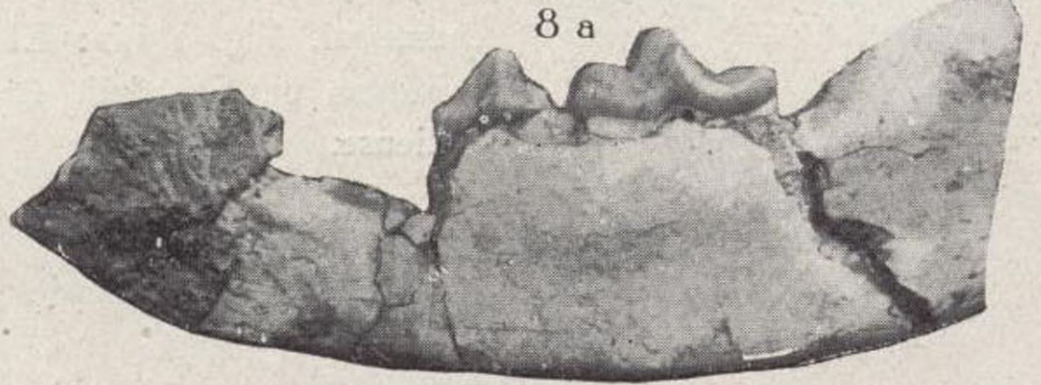
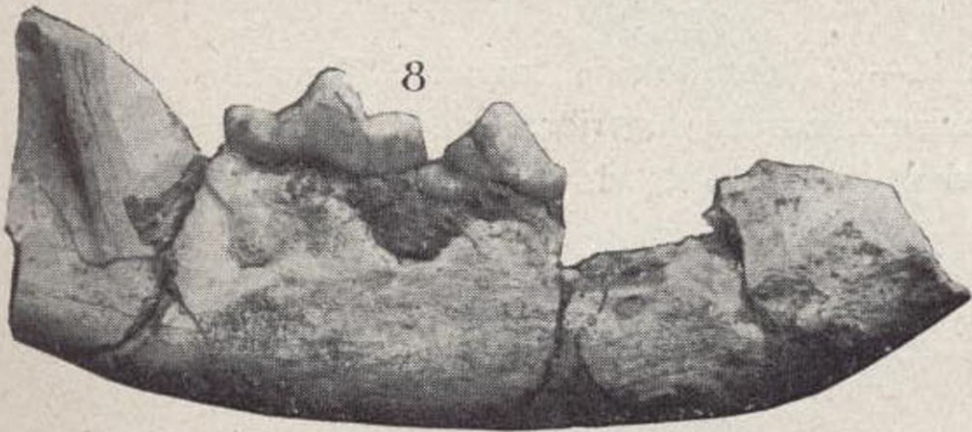
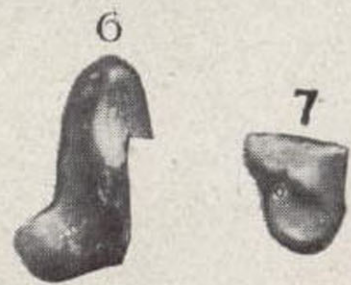
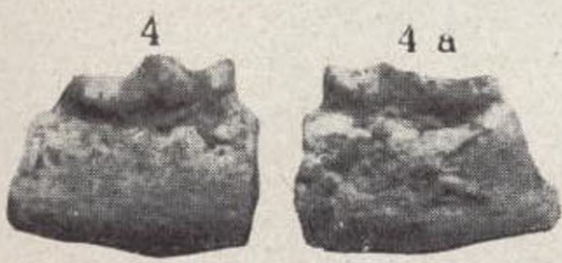
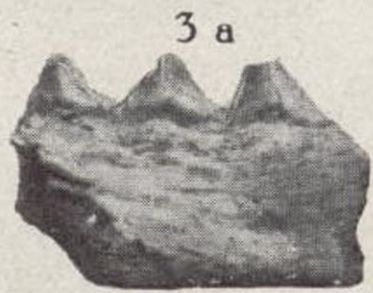
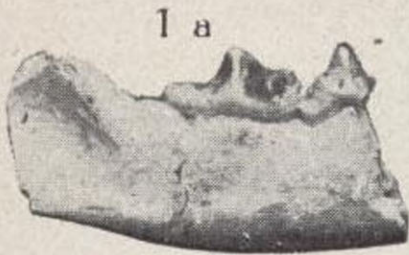
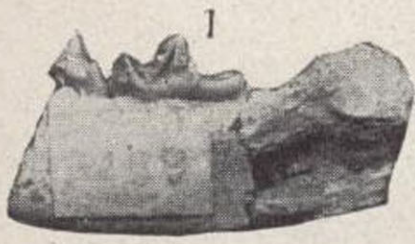
- Fig. 1.—*Mustela (Martes) Munki* Roger.—Fragmento de mandíbula derecha, con P 4 y M 1. Cara interna. Tamaño natural. Fig. 1 a: El mismo, cara externa. Fig. 1 b: El mismo vista superior. Colección Villalta. San Quirico. Vindoboniense.
- Fig. 2.—*Mustela (Martes) Munki* Roger.—Fragmento de mandíbula derecha, con M 1. Cara externa. Tamaño natural. Fig. 2 a: El mismo, cara interna. Col. Crusafont. Museo de Sabadell. San Quirico. Vindoboniense.
- Fig. 3.—*Mustela delphinensis* Depéret.—Fragmento de mandíbula derecha, con P 2, P 3 y P 4. Cara externa. Tam. 2/1. Fig. 3 a: El mismo, cara interna. Col. Crusafont. Museo de Sabadell. Hostalets de Pierola. Vindoboniense.
- Fig. 4.—*Mustela delphinensis* Depéret.—Fragmento de mandíbula, con M 1. Cara externa. Tam. 2/1. Fig. 4 a: El mismo, cara interna. Col. Villalta. Hostalets de Pierola. Vindoboniense.
- Fig. 5.—*Mustela delphinensis* Depéret.—Fragmento de mandíbula derecha, con P 3. Cara externa. Tam. 2/1. Fig. 5 a: El mismo, cara interna. Col. Crusafont. Museo de Sabadell. Hostalets de Pierola. Vindoboniense.
- Fig. 6.—*Laphyctis mustelinus* Viret.—Fragmento de carnícera superior derecha. Vista superior. Tamaño natural. Col. Villalta. San Quirico. Vindoboniense.
- Fig. 7.—*Laphyctis mustelinus* Viret.—Fragmento de M 1 superior izquierdo. Vista superior. Tamaño natural. Col. Villalta. San Quirico. Vindoboniense.
- Fig. 8.—*Laphyctis mustelinus* Viret.—Mandíbula derecha, con P 4 y M 1. Cara externa. Tamaño natural. Fig. 8 a: El mismo, cara interna. Fig. 8 b: El mismo, vista superior. Col. Villalta. Brecha de Hostalets de Pierola. Vindoboniense.
- Fig. 9.—*Laphyctis mustelinus* Viret.—Mandíbula derecha con P 2, P 4 y M 1. Cara externa. Tamaño natural. Fig. 9 a: El mismo, cara interna. Fig. 9 b: El mismo vista superior. Col. Crusafont. Museo de Sabadell. Brecha de Hostalets de Pierola. Vindoboniense.

(Fotos Vilarrubia-Villalta.)



LÁMINA III





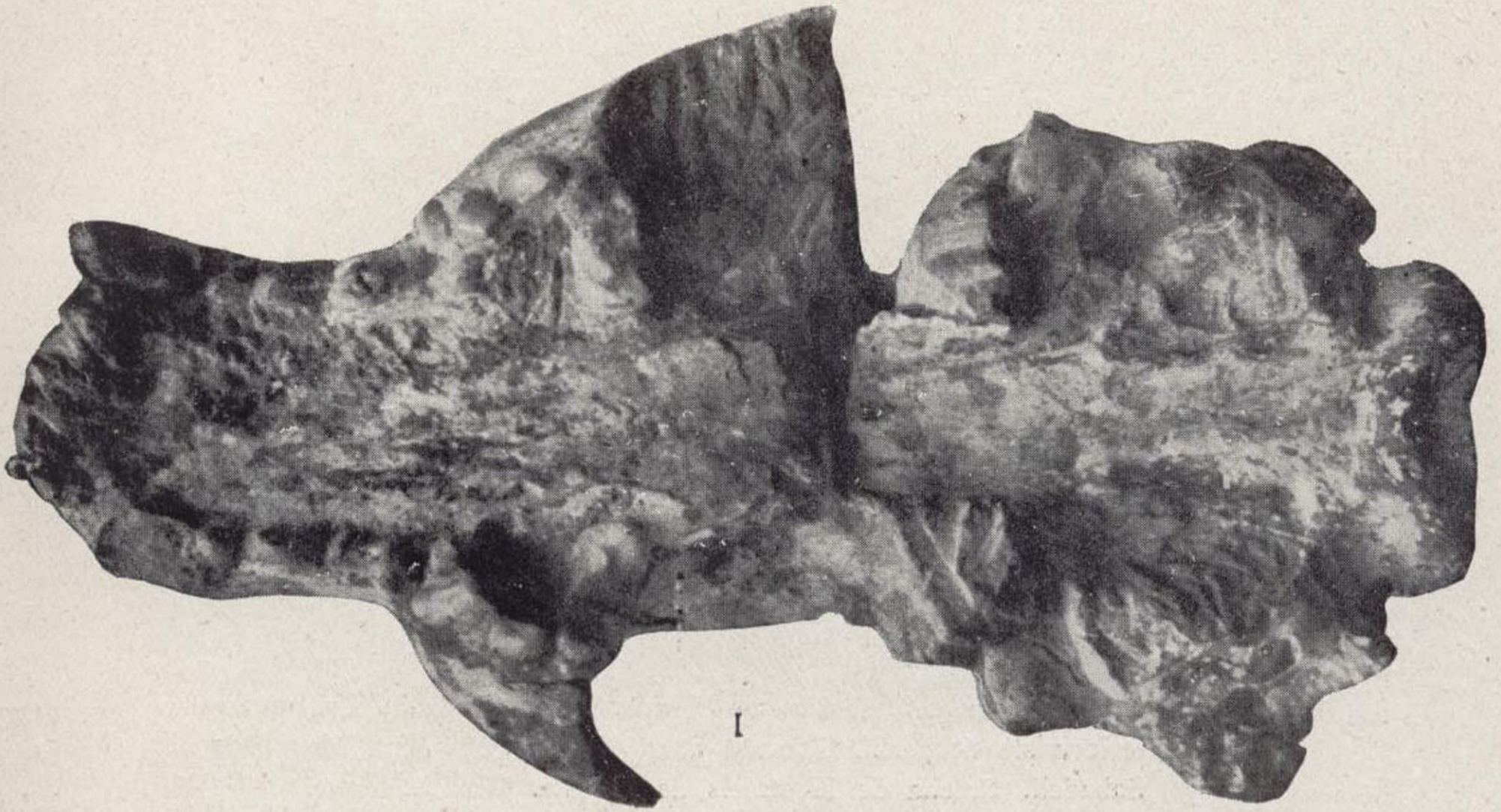
LAMINA IV

Fig. 1.—*Laphyctis mustelinus* Viret.—Cráneo. Norma inferior. Tamaño natural. Fig. 1 bis: El mismo, norma superior. Col. Crusafont. Museo de Sabadell. Brecha de Hostalets de Pierola. Vindoboniense.

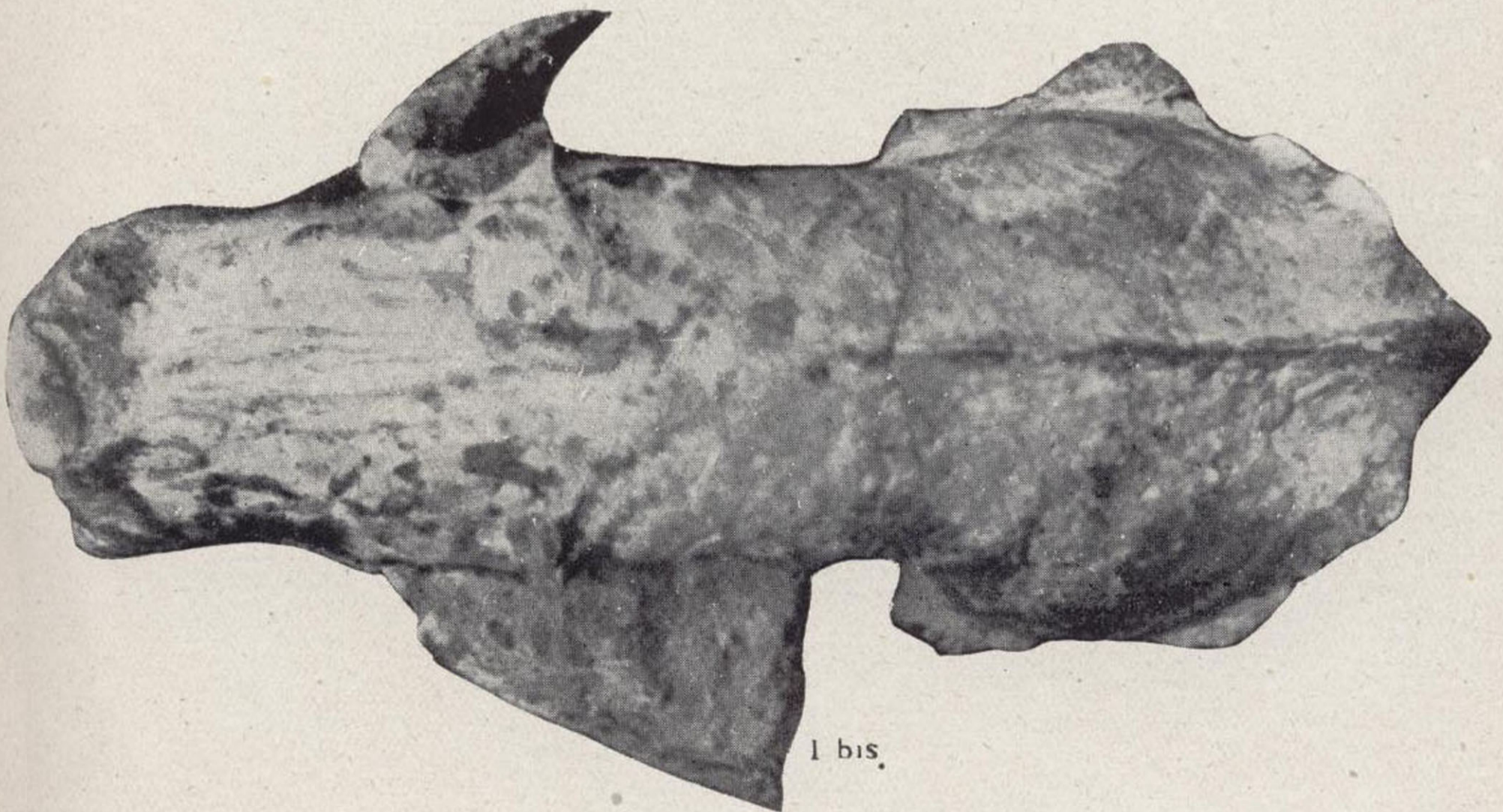
(Fotos Vilarrubia-Villalta.)

1 bis

LÁMINA IV



I



I bis.



LAMINA V

Fig. 1.—*Laphycis mustelinus* Viret.—El mismo cráneo de la lámina anterior, visto de perfil. Tamaño natural. Col. Crusafont. Museo de Sabadell. Brecha de Hostalets de Pierola. Vindoboniense.

(Fotos Vilarrubia-Villalta.)



LÁMINA V



LAMINA VI

- Fig. 1.—*Viverra sansaniensis* Lartet.—Fragmento de mandíbula izquierda, con P 3, P 4 y parte del M 1. Cara interna. Tamaño natural. Fig. 1 a: El mismo, cara externa. Fig. 1 b: El mismo, vista superior. Col. Crusafont. Museo de Sabadell. Hostalets de Pierola. Vindoboniense.
- Fig. 2.—*Herpestes (Leptoplesictis) aurelianensis* Schloser.—Fragmento de mandíbula derecha, con P 3. Cara interna. Tam. 2/1. Fig. 2 a: El mismo, cara externa. Col. Crusafont. Museo de Sabadell. Hostalets de Pierola. Vindoboniense.
- Fig. 3.—*Herpestes cf. dissimilis* Mayet.—Fragmento de mandíbula derecha, con M 1. Cara interna. Tamaño natural. Fig. 3 a: El mismo, cara externa. Col. Montada. Hostalets de Pierola. Vindoboniense.
- Fig. 4.—*Palaeomeles* nov. gen. *Pachecoi* nova sp. — Fragmento de cráneo, con P 4 y M 1 izquierdos. Cara externa. Tam. 2/1. Figura 4 a: El mismo, a tamaño natural. Fig. 4 bis: El mismo, vista superior. Tam. 2/1. Fig. 4 b: El mismo, tamaño natural. Colección Crusafont. Museo de Sabadell. Hostalets de Pierola. Vindoboniense.
- Fig. 5.—*Palaeomeles* nov. gen. *Pachecoi* nova sp. — Fragmento de maxilar derecho, con P 3 y P 4. Cara interna. Tam. 2/1. Figura 5 a: El mismo, cara externa. Col. Crusafont. Museo de Sabadell. Hostalets de Pierola. Vindoboniense.

(Fotos Vilarrubia-Villalta.)

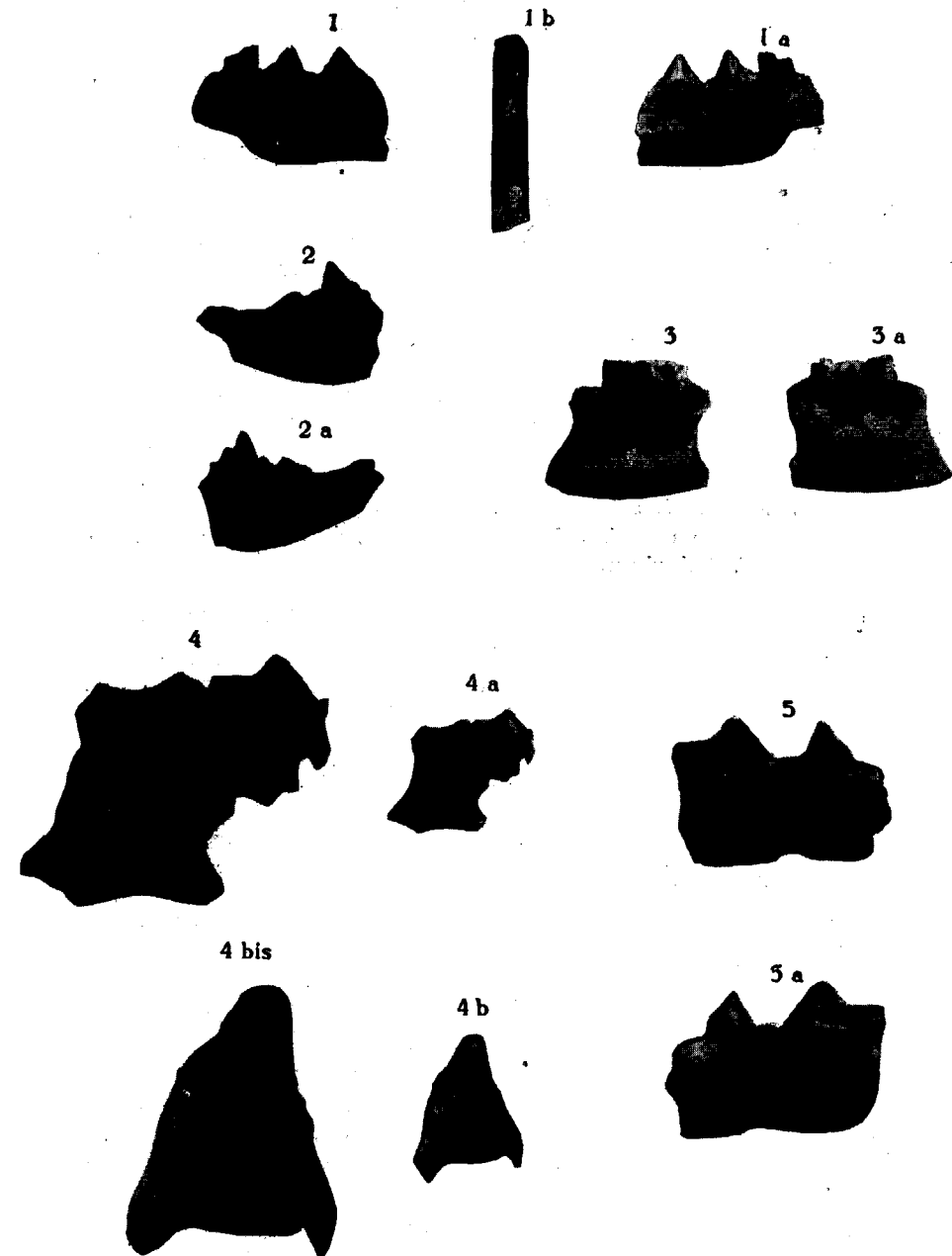
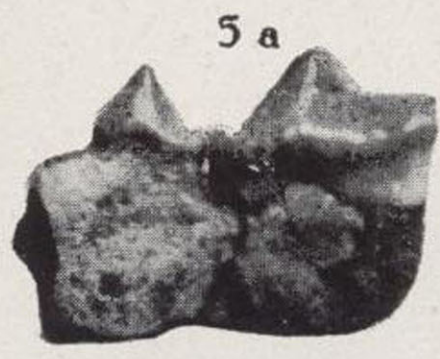
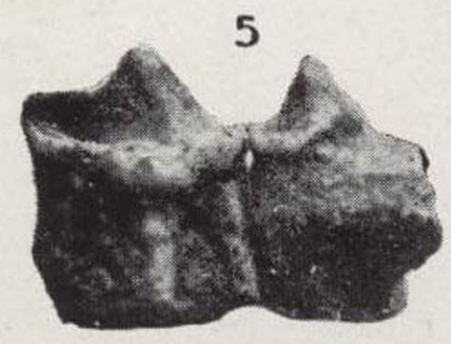
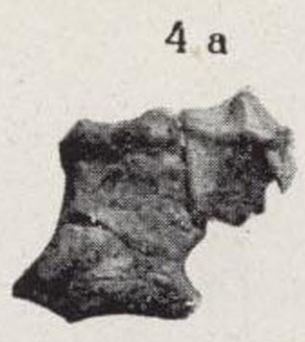
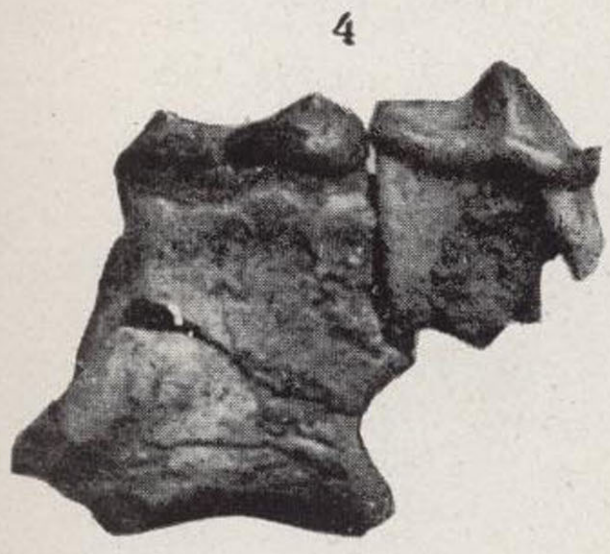
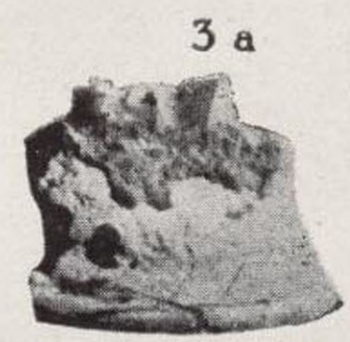
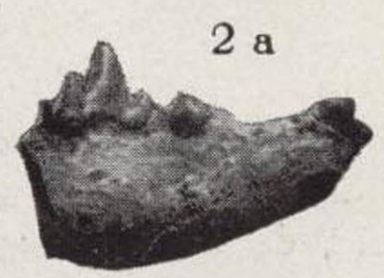
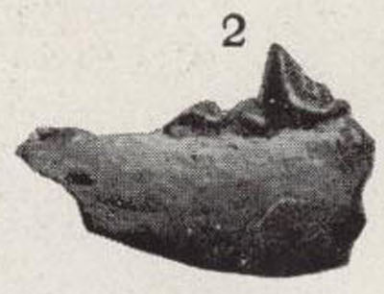
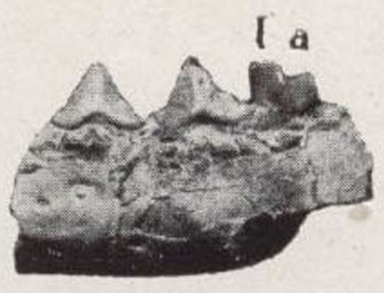
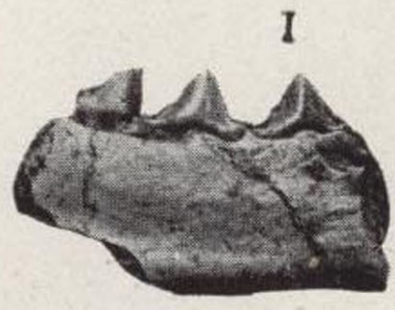


LÁMINA VI





LAMINA VII

Fig. 1.—*Ictitherium Montadai* nova sp. — Cráneo visto de perfil. Tamaño natural. Col. Montada. Brecha de Hostalets de Pierola, Vindoboniense.

(Foto Thomas.)







LAMINA VIII

Fig. 1.—*Ictitherium Montadai* nova sp. — Cráneo. Norma superior. Tamaño natural. Col. Montada. Brecha de Hostalets de Pierola. Vindoboniense.

(Fotos Vilarrubia-Villalta.)



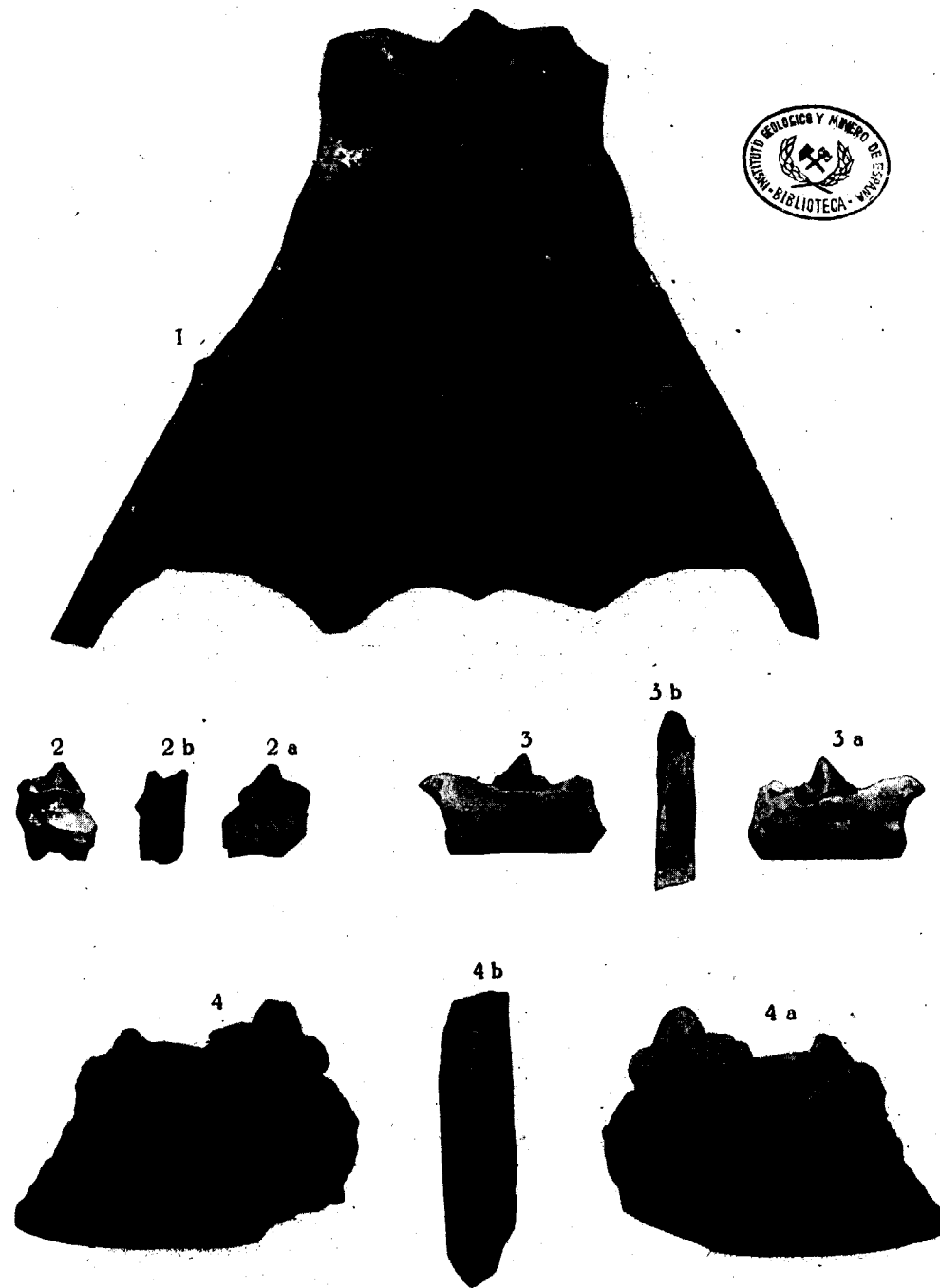


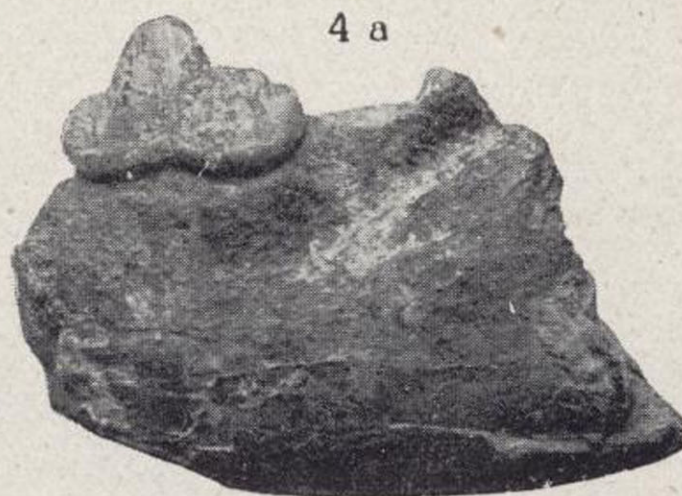
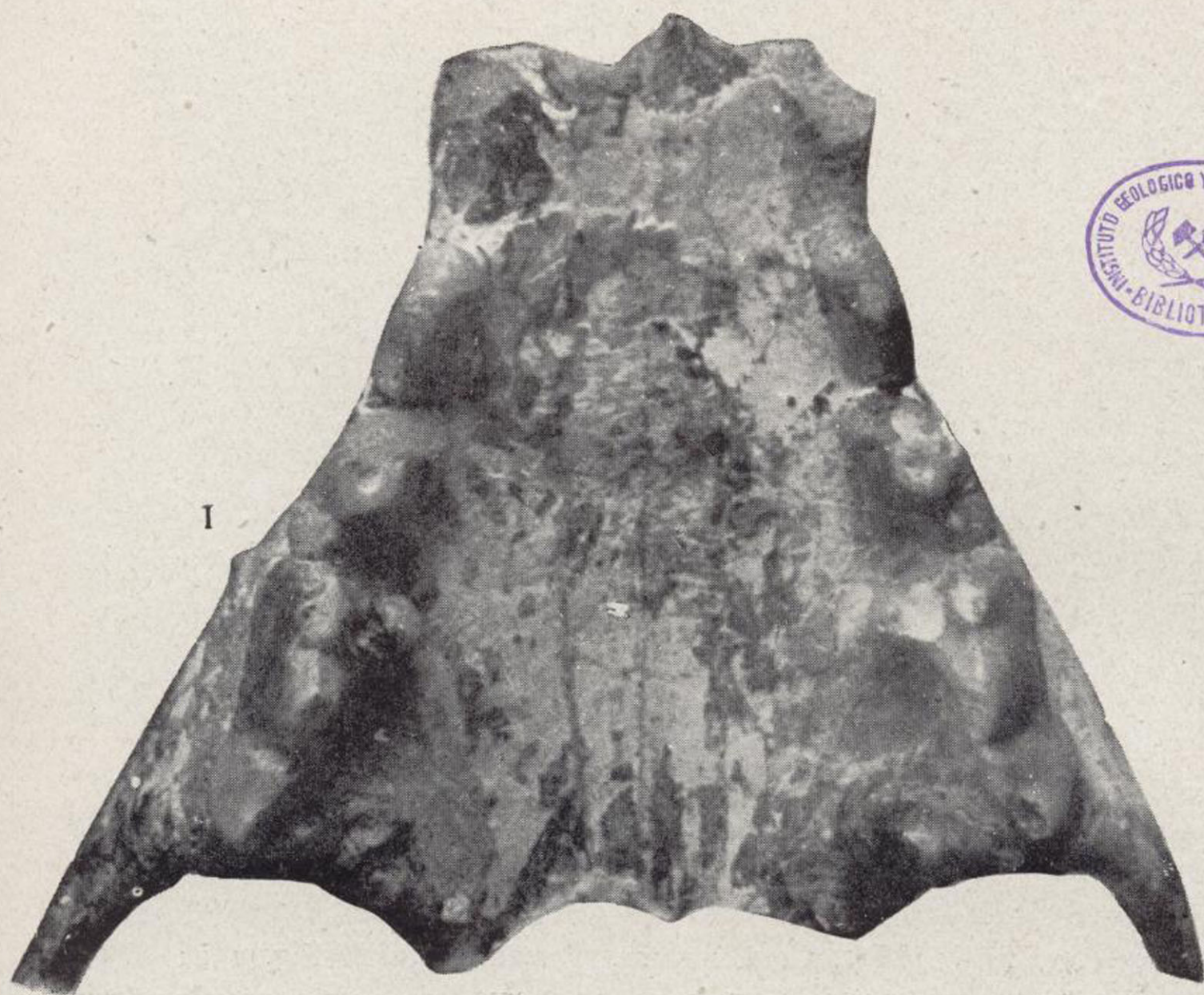


LAMINA IX

- Fig. 1.—*Ictitherium Montadoi* nova sp. — Paladar. Tamaño natural. Col. Montada. Brecha de Hostalets de Pierola. Vindoboniense.
- Fig. 2.—*Ictitherium robustum* Gaudry.—P. 3 inferior derecho. Cara externa. Tamaño natural. Fig. 2 a: El mismo, cara interna. Figura 2 b: El mismo, vista superior. Col. Villalta. San Miguel del Taudell. Pontiense.
- Fig. 3.—*Ictitherium Orbigny* Gaudry.—Fragmento de mandíbula derecha, con P 4. Cara interna. Tamaño natural. Fig. 3 a: El mismo, cara externa. Fig. 3 b: El mismo: vista superior. Col. Museo de Sabadell. Subsuelo de Sabadell. Pontiense.
- Fig. 4.—*Ictitherium hipparionum* Gaudry.—Fragmento de mandíbula izquierda, con P 4. Cara interna. Tamaño natural. Fig. 4 a: El mismo, cara externa. Fig. 4 b: El mismo, vista superior. Colección Seminario de Barcelona. Piera. Pontiense.

(Fotos Vilarrubia-Villalta.)







LAMINA X

Fig. 1.—*Ictitherium Montadai* nova sp.—Mandíbula derecha, con P 2, P 3, P 4 y M 1. Cara externa. Tamaño natural. Fig. 1 a: El mismo, cara interna. Fig. 1 b: El mismo, vista superior. Colección Crusafont. Museo de Sabadell. Brecha de Hostalets de Pierola. Vindoboniense.

(Fotos Vilarrubia-Villalta.)



1 a



I



1 b



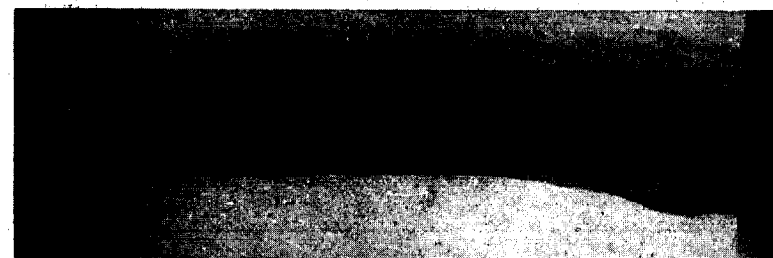
1 a



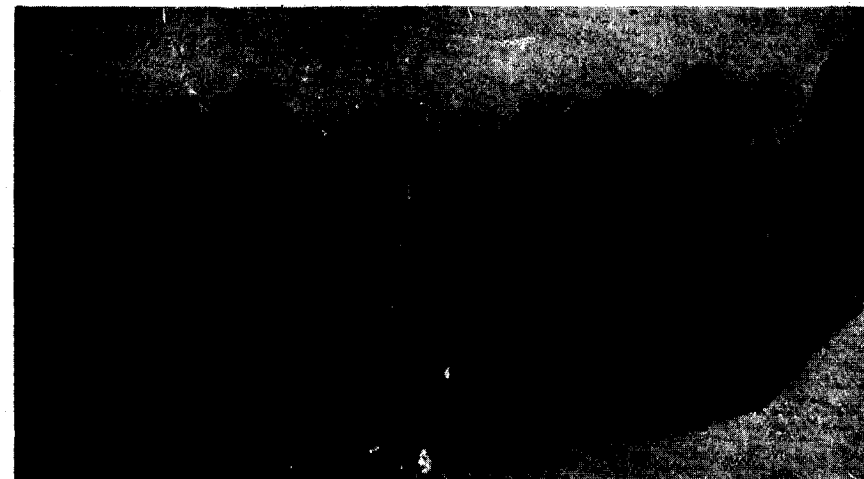
1



1 b



1 a

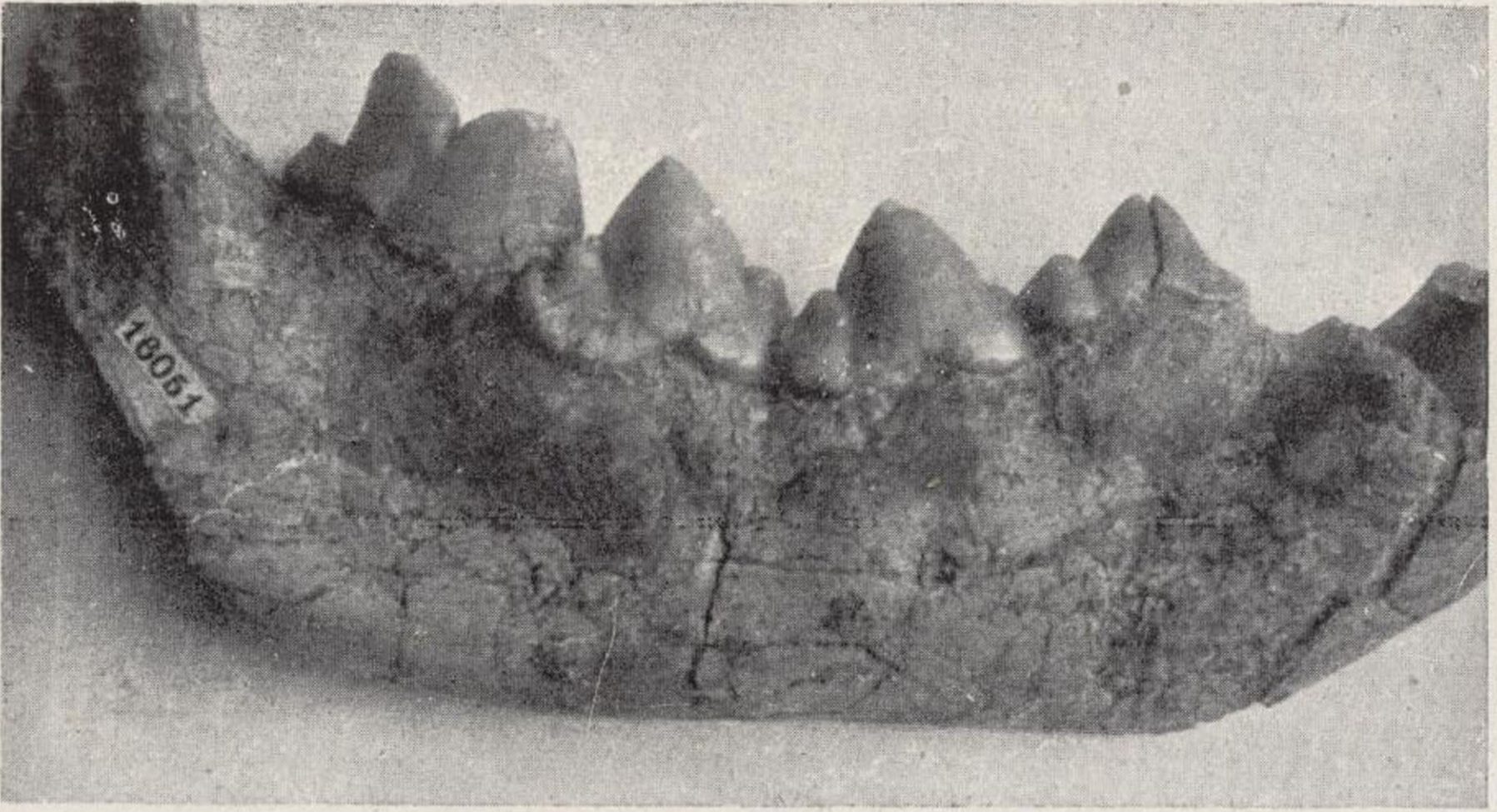


LAMINA XI

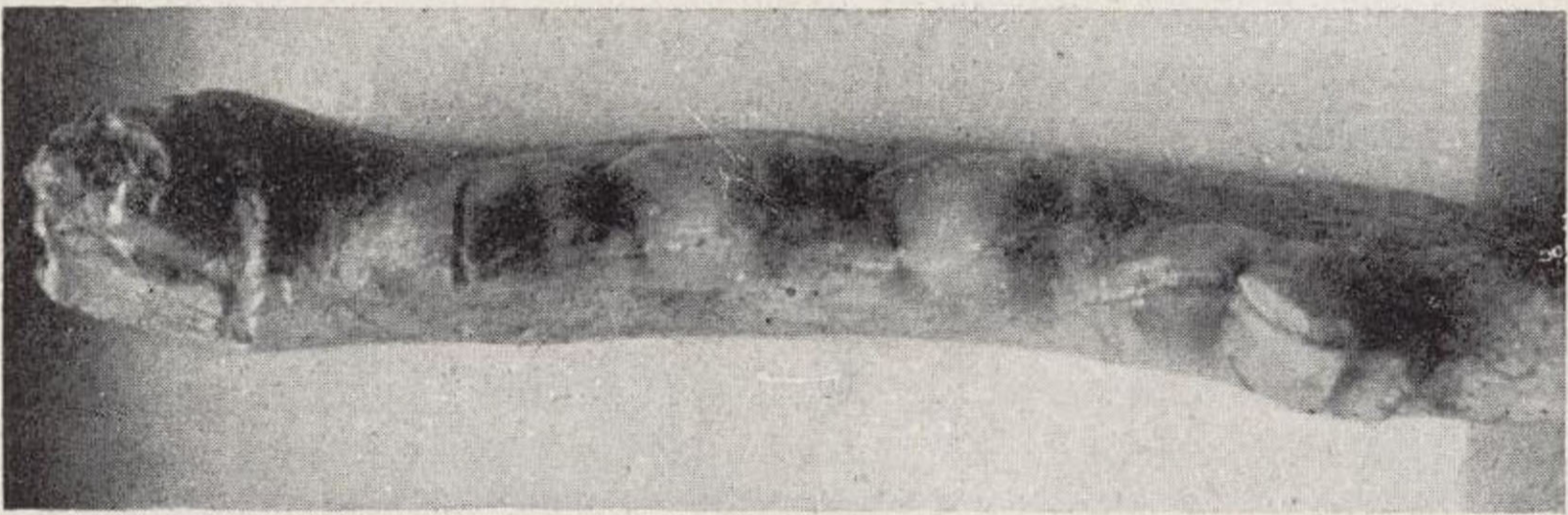
Fig. 1.—*Hyaenictis graeca* Gaudry.—Mandíbula derecha, con C, P 2, P 3, P 4 y M 1. Cara externa. Tamaño natural. Fig. 1 a: La misma, cara interna. Fig. 1 b: La misma, vista superior. Colección Museo de Barcelona. San Miguel del Taudell. Pontiense.

(Fotos Vilarrubia-Villalta.)

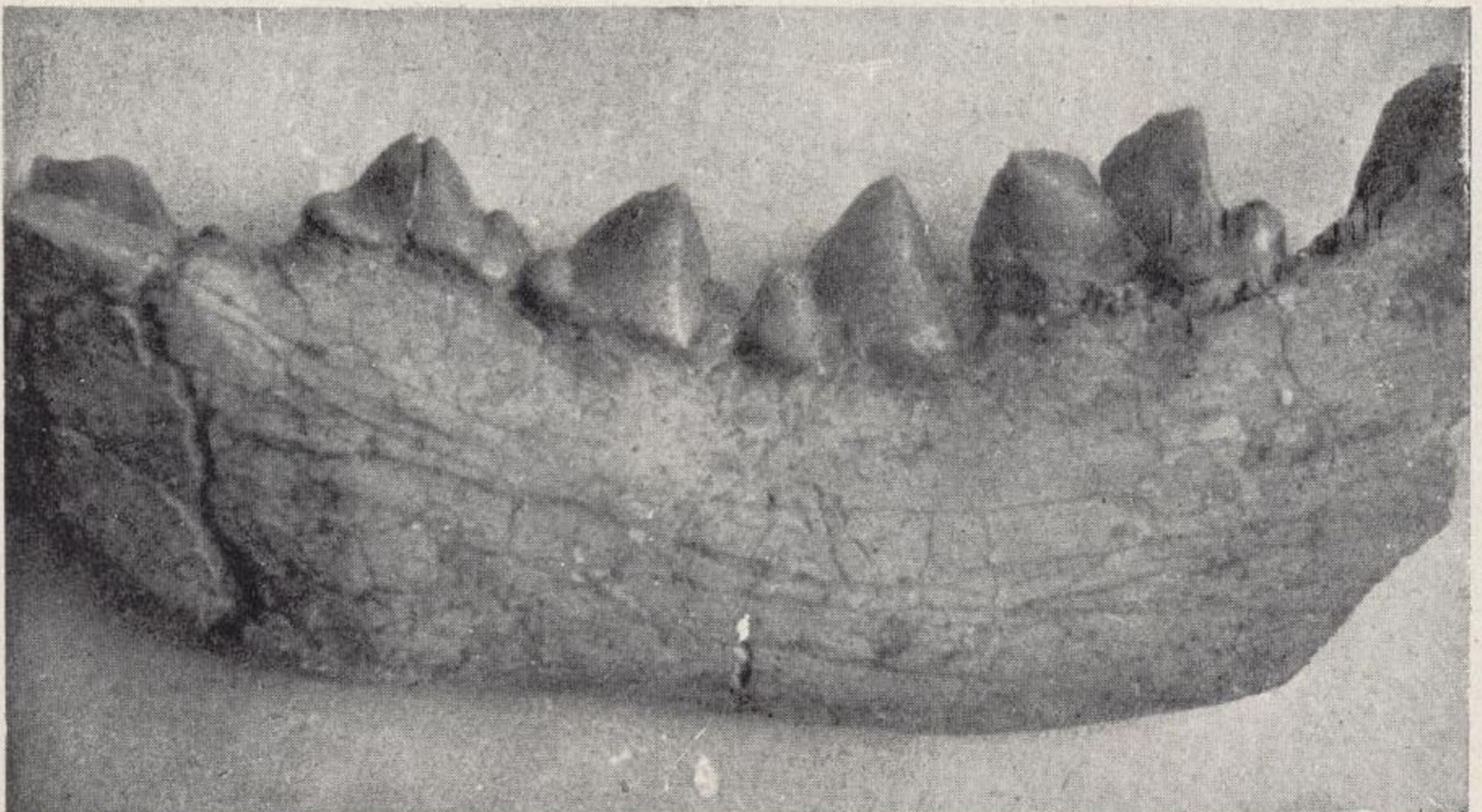
1



1 b



1 a



LAMINA XII

- Fig. 1.—*Albanosmilus Jourdani* Filhol var. *Andresi* var. nova.—Carnicera superior derecha. Cara interna. Tamaño natural. Figura 1 a: El mismo, cara externa. Fig. 1 b: El mismo, vista superior. Col. Andrés. Museo de Sabadell. San Quírico. Vindoboniense.
- Fig. 2.—*Albanosmilus Jourdani* Filhol var. *Andresi* var. nova.—Carnicera superior izquierda. Cara interna. Tamaño natural. Figura 2 a: El mismo, cara externa. Col. Andrés. Museo de Sabadell. San Quírico. Vindoboniense.
- Fig. 3.—*Albanosmilus Jourdani* Filhol var. *Andresi* var. nova.—Carnicera inferior izquierda. Cara interna. Tamaño natural. Figura 3 a: El mismo, cara externa. Col. Andrés. Museo de Sabadell. San Quírico. Vindoboniense.
- Fig. 4.—*Albanosmilus Jourdani* Filhol var. *Andresi* var. nova.—Carnicera inferior derecha. Cara externa. Tamaño natural. Figura 4 a: El mismo, cara interna. Col. Andrés. Museo de Sabadell. San Quírico. Vindoboniense.
- Fig. 5.—*Albanosmilus Jourdani* Filhol var. *Andresi* var. nova.—P 4 inferior izquierdo. Cara interna. Tamaño natural. Fig. 5 a: El mismo, cara externa. Col. Andrés. Museo de Sabadell. San Quírico. Vindoboniense.
- Fig. 6.—*Albanosmilus Jourdani* Filhol var. *Andresi* var. nova.—P 4 inferior derecho. Cara externa. Tamaño natural. Fig. 6 a: El mismo, cara interna. Col. Andrés. Museo de Sabadell. San Quírico. Vindoboniense.
- Fig. 7.—*Albanosmilus Jourdani* Filhol var. *Andresi* var. nova.—P 3 inferior izquierdo. Cara interna. Tamaño natural. Fig. 7 a: El mismo, cara externa. Col. Andrés. Museo de Sabadell. San Quírico. Vindoboniense.

(Fotos Vilarrubia-Villalta.)

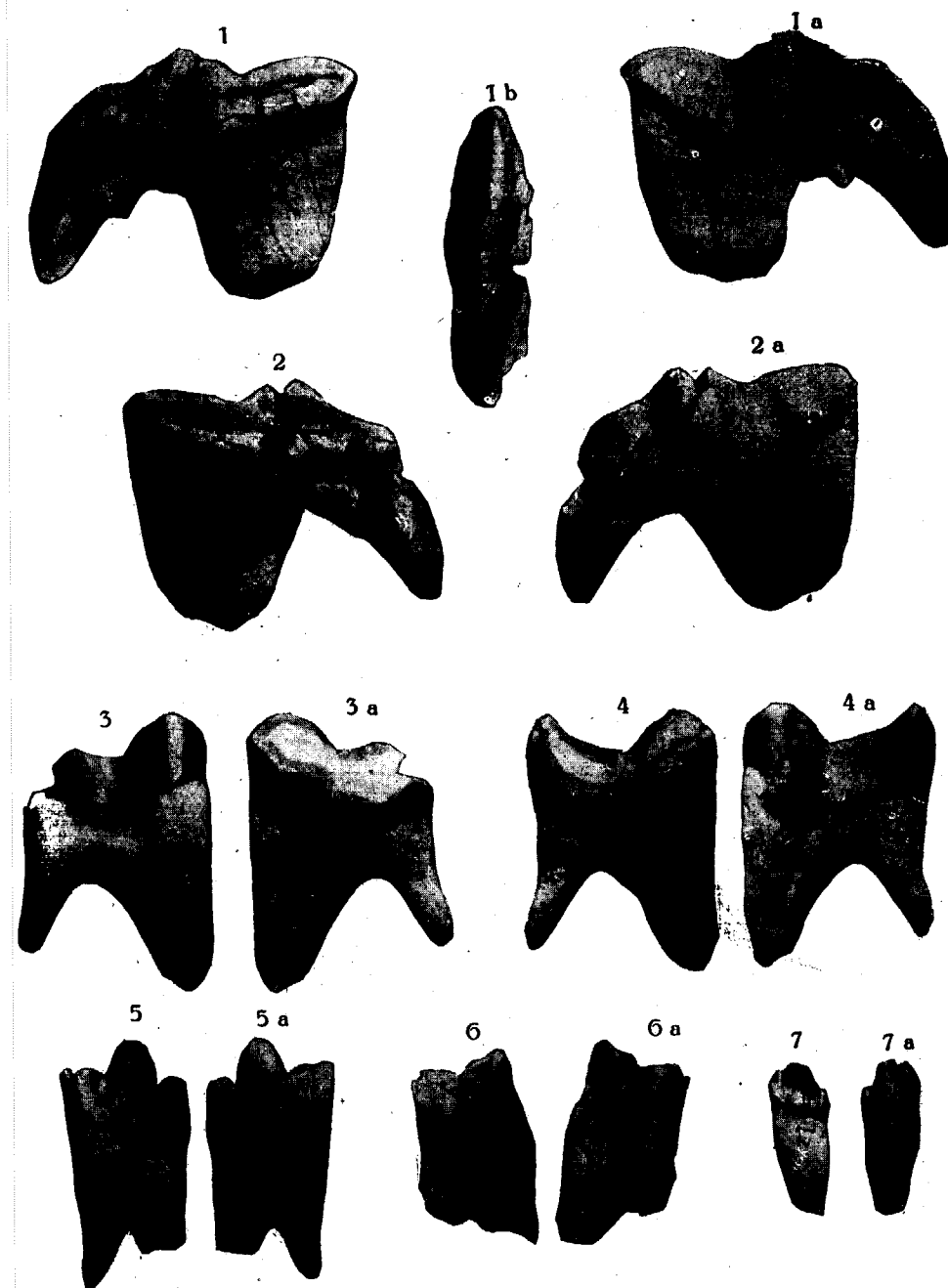
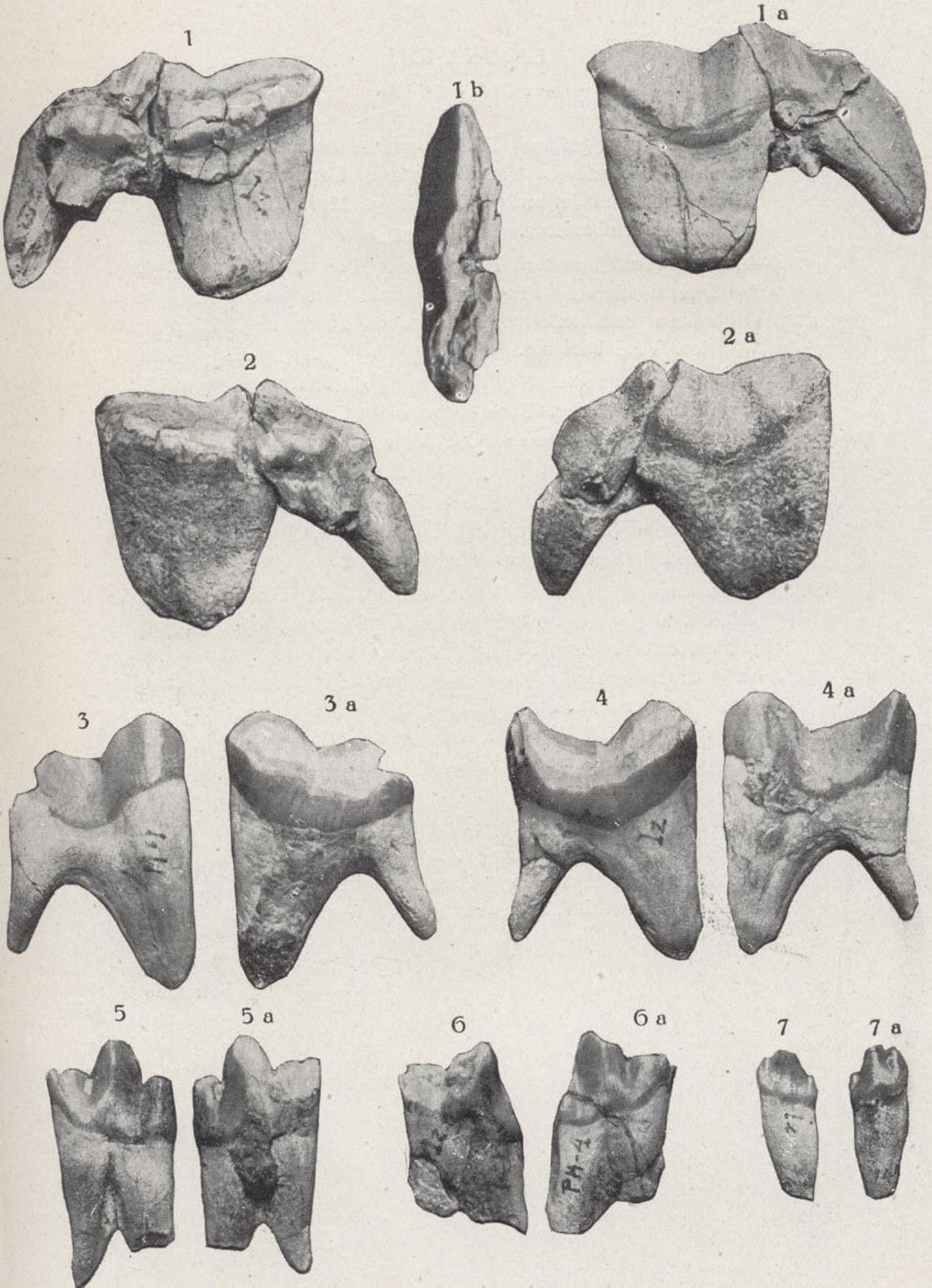


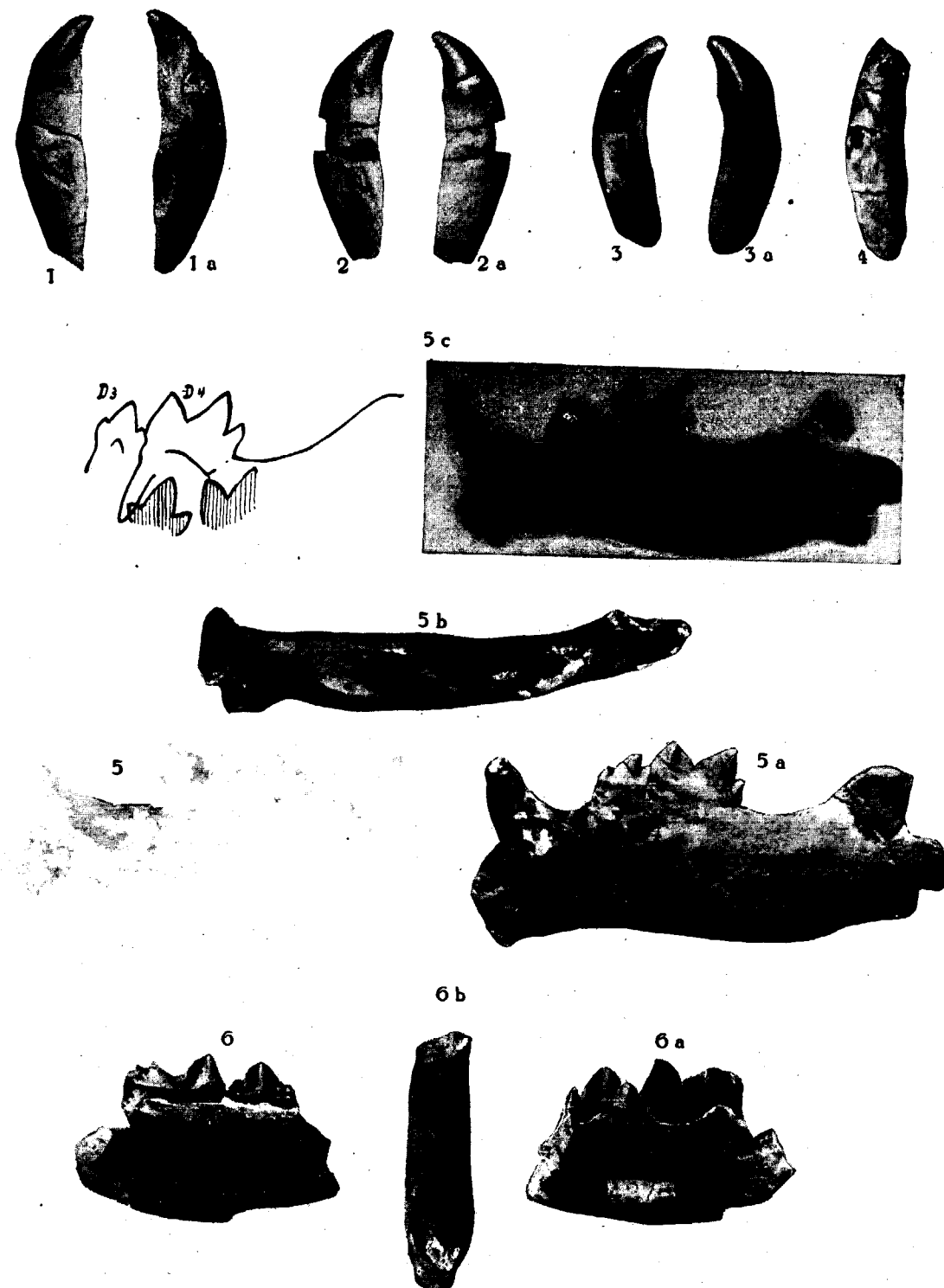
LÁMINA XII

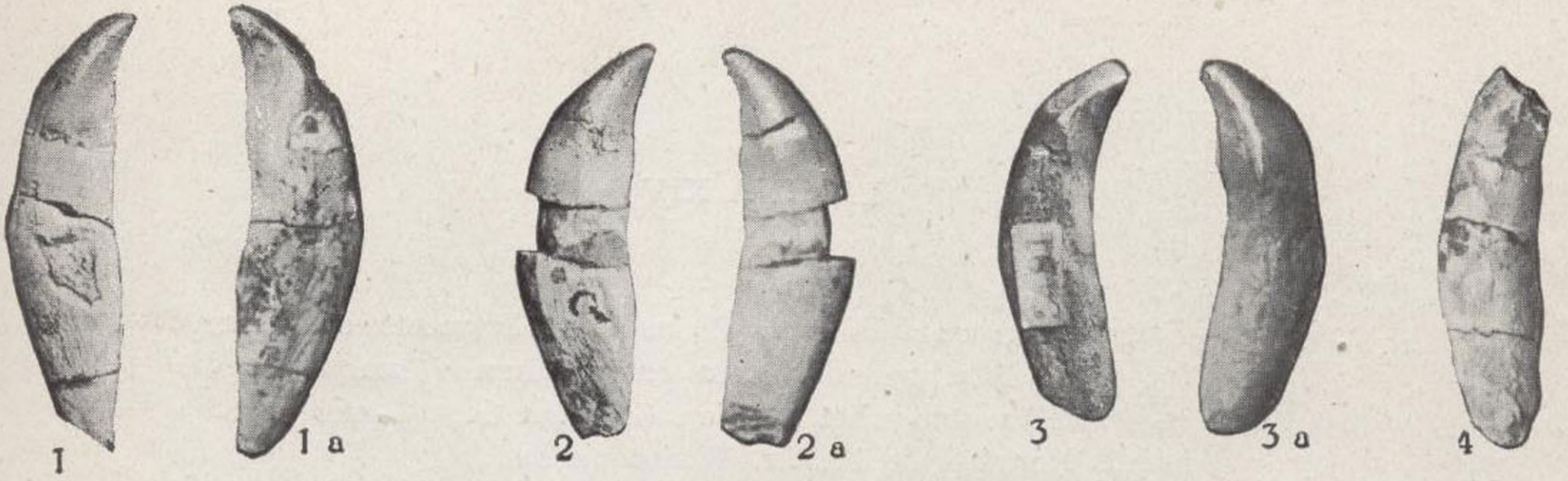


LAMINA XIII

- Fig. 1.—*Albanosmilus Jourdani* Filhol var. *Andresi* var. nova.—Caniño inferior izquierdo. Tamaño natural. Cara externa. Fig. 1 a: El mismo, cara interna. Col. Andrés. Museo de Sabadell. San Quírico. Vindoboniense.
- Fig. 2.—*Albanosmilus Jourdani* Filhol var. *Andresi* var. nova.—Caniño inferior derecho. Tamaño natural. Cara interna. Fig. 2 a: El mismo, cara externa. Col. Andrés. Museo de Sabadell. San Quírico. Vindoboniense.
- Fig. 3.—*Albanosmilus Jourdani* Filhol var. *Andresi* var. nova.—Caniño inferior derecho. Tamaño natural. Cara interna. Fig. 3 a: El mismo, cara externa. Col. Villalta. San Quírico. Vindoboniense.
- Fig. 4.—*Albanosmilus Jourdani* Filhol var. *Andresi* var. nova.—Incisivo inferior. Tamaño natural. Cara interna. Col. Andrés. Museo de Sabadell. San Quírico. Vindoboniense.
- Fig. 5.—*Albanosmilus Jourdani* Filhol.—Mandíbula derecha de leche. con Cd, D 3 y D 4. Tamaño natural. Cara externa. Fig. 5a: La misma, cara interna. Fig. 5 b: La misma, vista superior. Figura 5 c: La misma, vista radiográfica tomada sobre la cara interna, e interpretación gráfica de la implantación de los gérmenes, según el Dr. Viret, de Lyon (véase explicación en el texto). Col. Crusafont. Museo de Sabadell. Brecha de Hostalets de Pierola. Vindoboniense.
- Fig. 6.—*Felis antediluviana* Kaup.—Fragmento de mandíbula izquierda, con P 4 y M 1. Tamaño natural. Cara interna. Fig. 6 a: La misma, cara externa. Fig. 6 b: La misma, vista superior. Colección Villalta. La Tarumba. Pontiense.

(Fotos Vilarrubia-Villalta.)

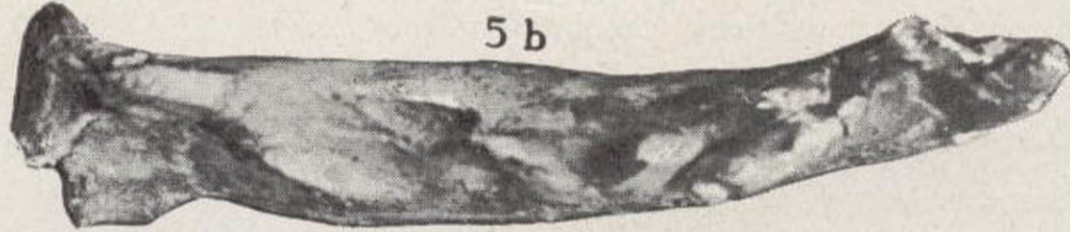




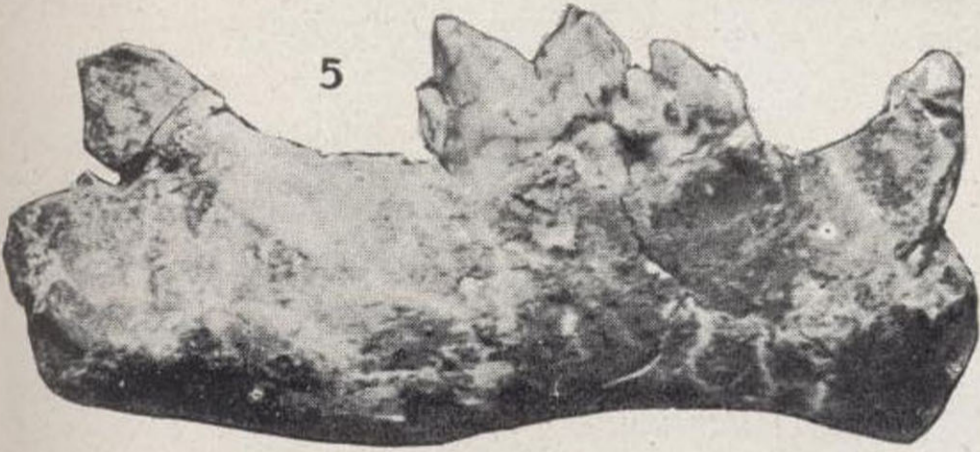
5 c



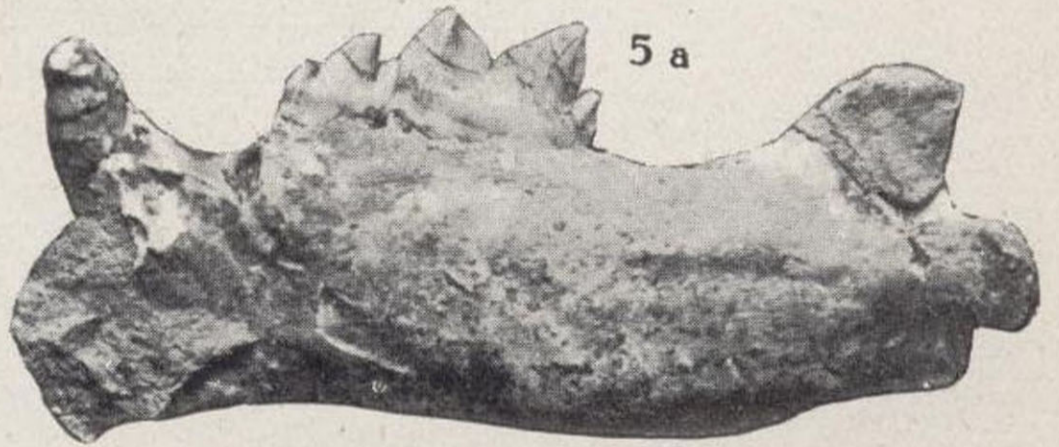
5 b



5

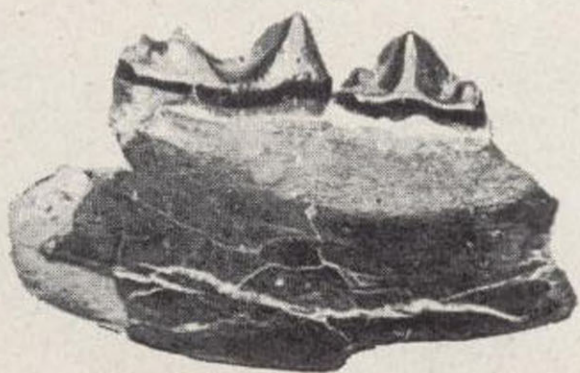


5 a



6 b

6



6 a



LAMINA XIV

- Fig. 1.—*Pseudaclurus quadridentatus* Blainville.—Fragmento de cráneo, con P 3 y P 4 izquierdos. Cara externa. Tamaño natural. Figura 1 a: El mismo, vista superior. Col. Crusafont. Museo de Sabadell. Hostalets de Pierola. Vindoboniense.
- Fig. 2.—*Pseudaclurus quadridentatus* Blainville.—Fragmento de maxilar derecho, con P 3 y P 4. Cara interna. Tamaño natural. Figura 2 a. El mismo, cara externa. Col. Montada. Brecha de Hostalets de Pierola. Vindoboniense.
- Fig. 3.—*Pseudaclurus quadridentatus* Blainville.—P 3 superior izquierdo. Cara interna. Tamaño natural. Fig. 3 a: El mismo, cara externa. Fig. 3 b: El mismo, vista superior. Col. Crusafont. Museo de Sabadell. Brecha de Hostalets de Pierola. Vindoboniense.
- Fig. 4.—*Pseudaclurus transitorius* Depéret.—Fragmento de mandíbula izquierda con P 4 y M 1. Cara interna. Tamaño natural. Figura 4 a: El mismo, cara externa. Fig. 4 b: El mismo, vista superior. Col. Montada. Hostalets de Pierola. Vindoboniense.
- Fig. 5.—*Pseudaclurus Marini* nova sp.—Fragmento de mandíbula izquierda, con P 2. Cara externa. Tamaño natural. Col. Crusafont. Museo de Sabadell. Hostalets de Pierola. Vindoboniense.
- Fig. 6.—*Pseudaclurus Marini* nova sp.—Fragmento de maxilar, con P 4 izquierdo. Cara externa. Tamaño natural. Fig. 6 a: El mismo, cara interna. Fig. 6 b: El mismo, vista superior. Col. Villalta. Hostalets de Pierola. Vindoboniense.
- Fig. 7.—*Pseudaclurus Marini* nova sp.—Fragmento de maxilar, con P 3 derecho. Cara interna. Tamaño natural. Fig. 7 a: El mismo, cara externa. Fig. 7 b: El mismo, vista superior. Col. Villalta. Hostalets de Pierola. Vindoboniense.

(Fotos Vilarrubia-Villalta.)



LÁMINA XIV

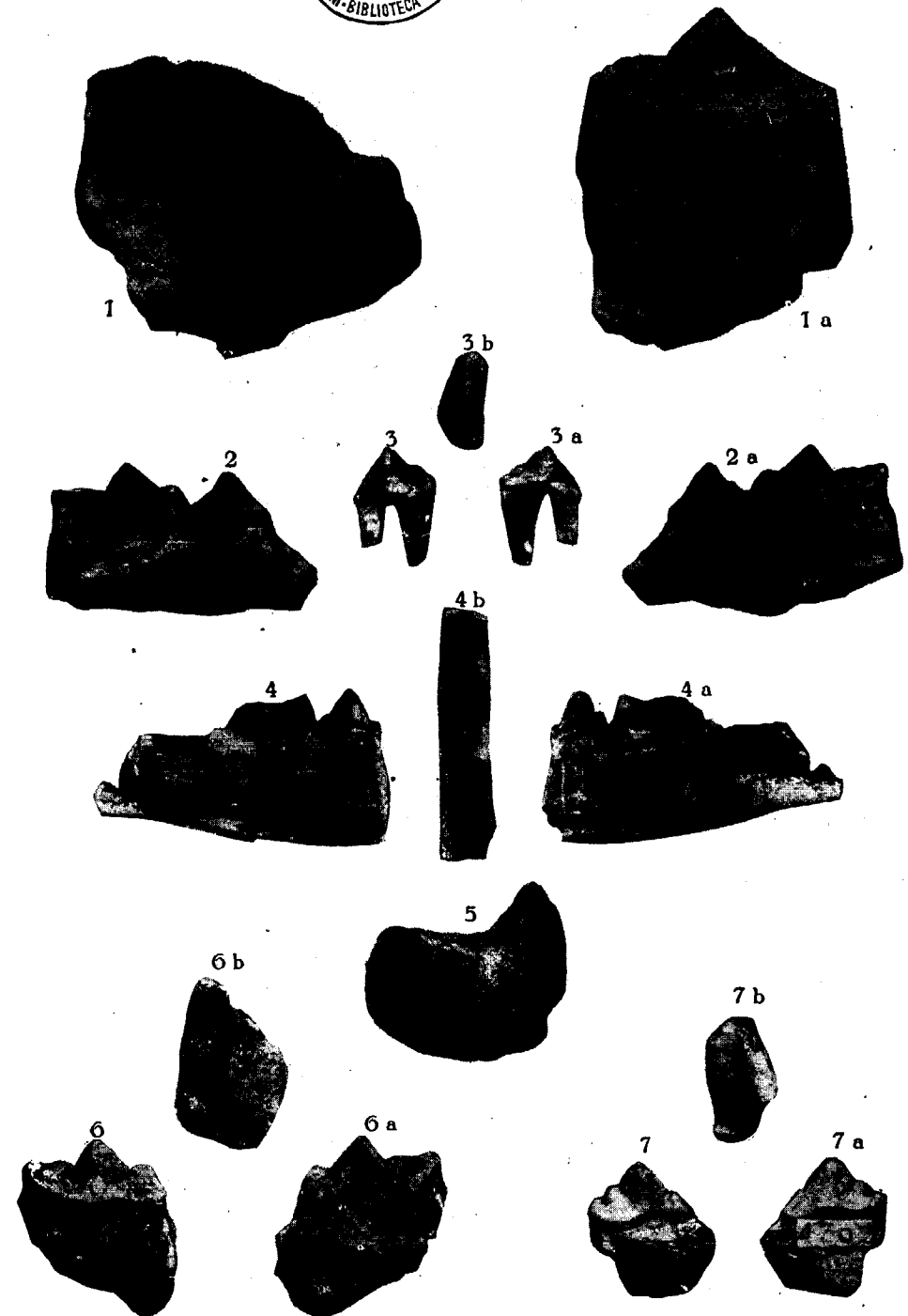




LÁMINA XIV



1



1 a



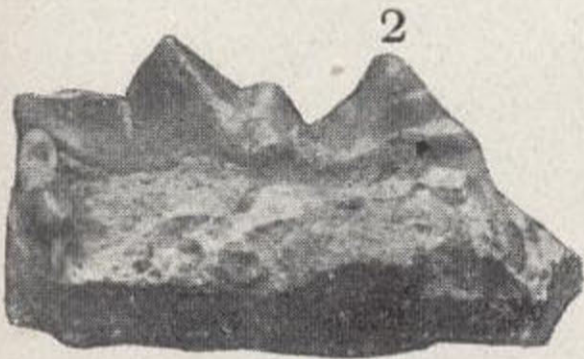
3 b



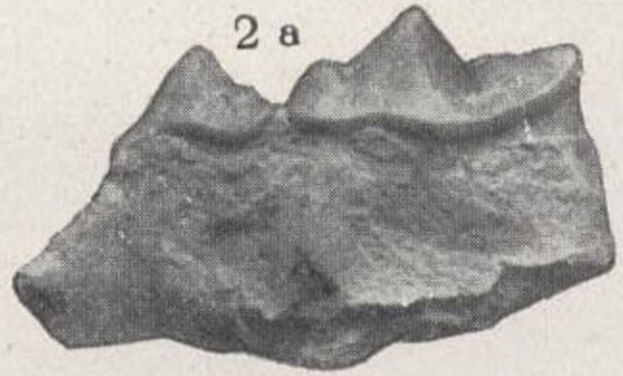
3



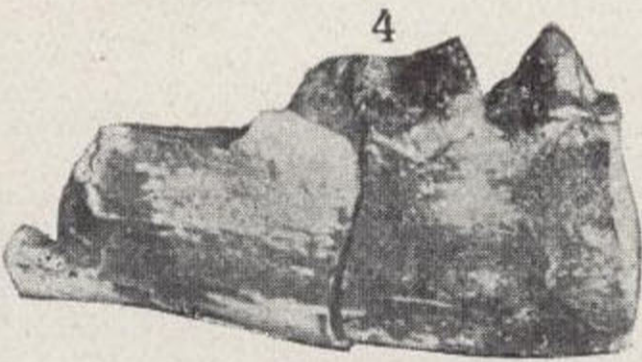
3 a



2



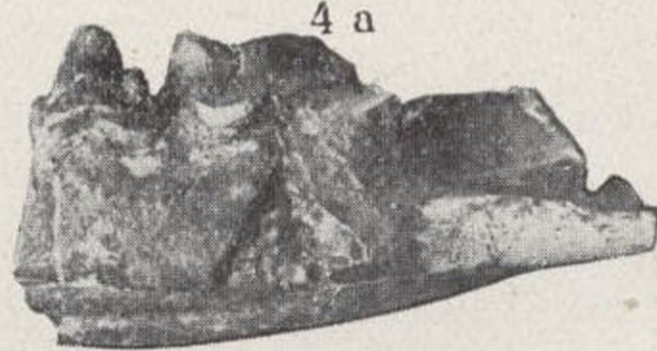
2 a



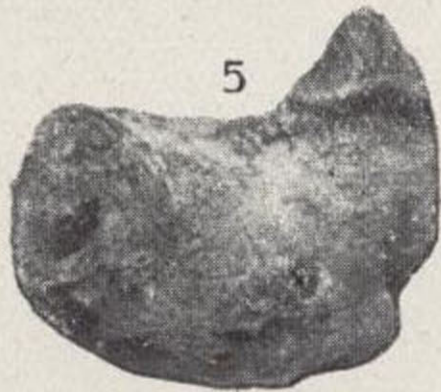
4



4 b



4 a



5



6 b



6



6 a



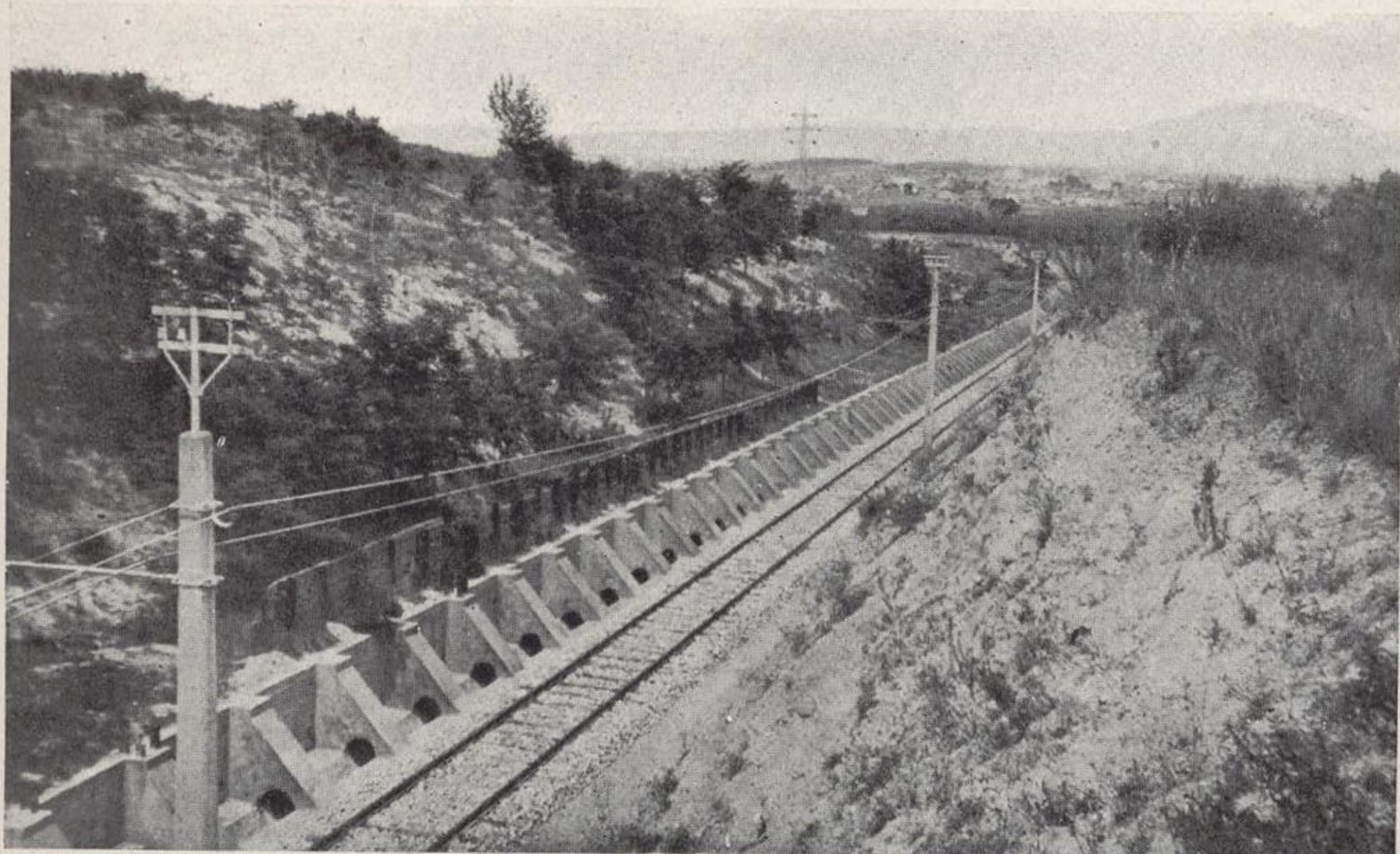
7 b



7



7 a



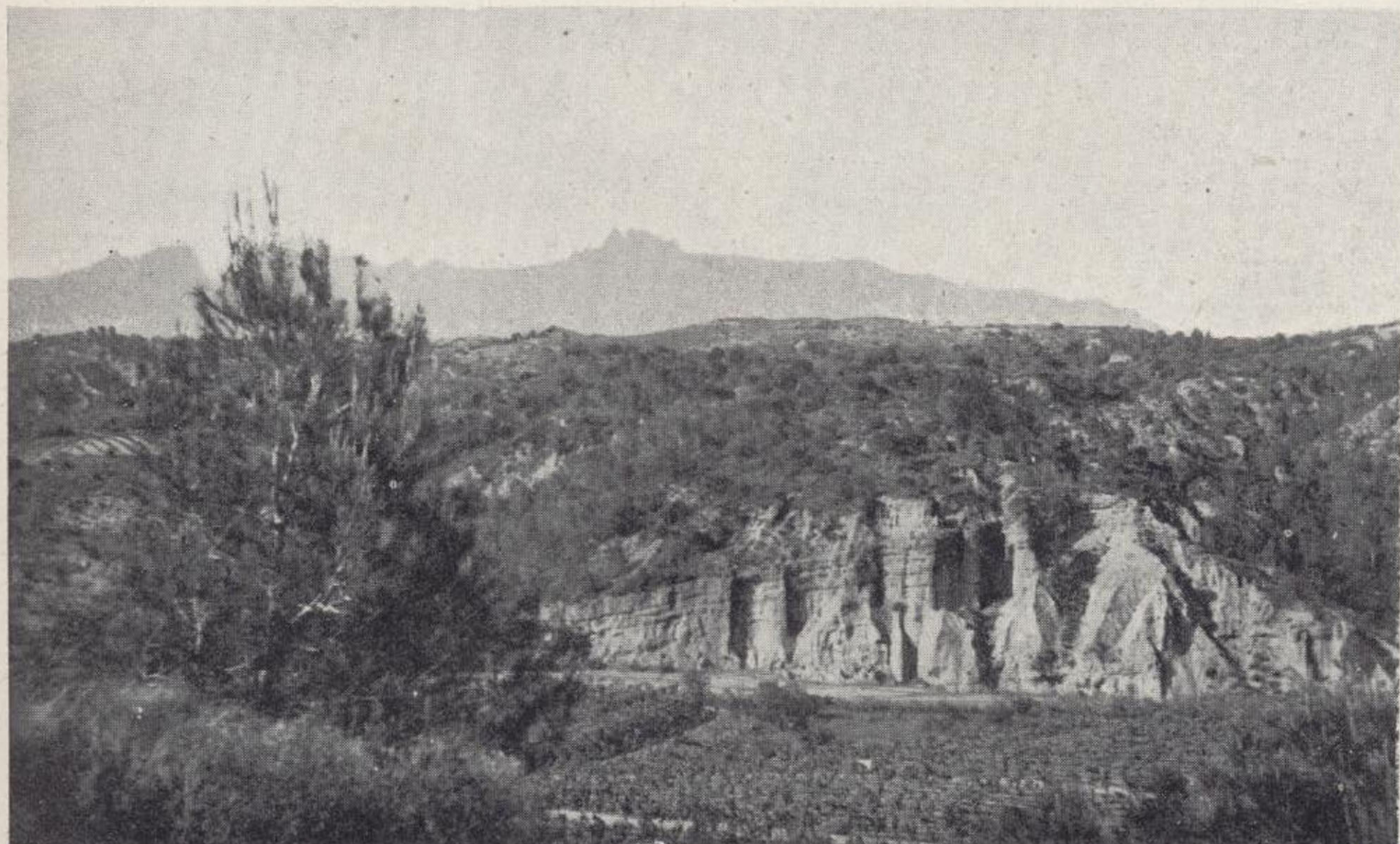
Yacimiento vindoboniense de San Quírico. Trincherera de los «Ferrocarriles de Cataluña, S. A.», mirando en dirección a Sabadell. Al fondo, el pueblo de San Quírico y en último término la mole de conglomerados eocénicos de San Lorenzo del Munt.

(Fot. Crusafont)



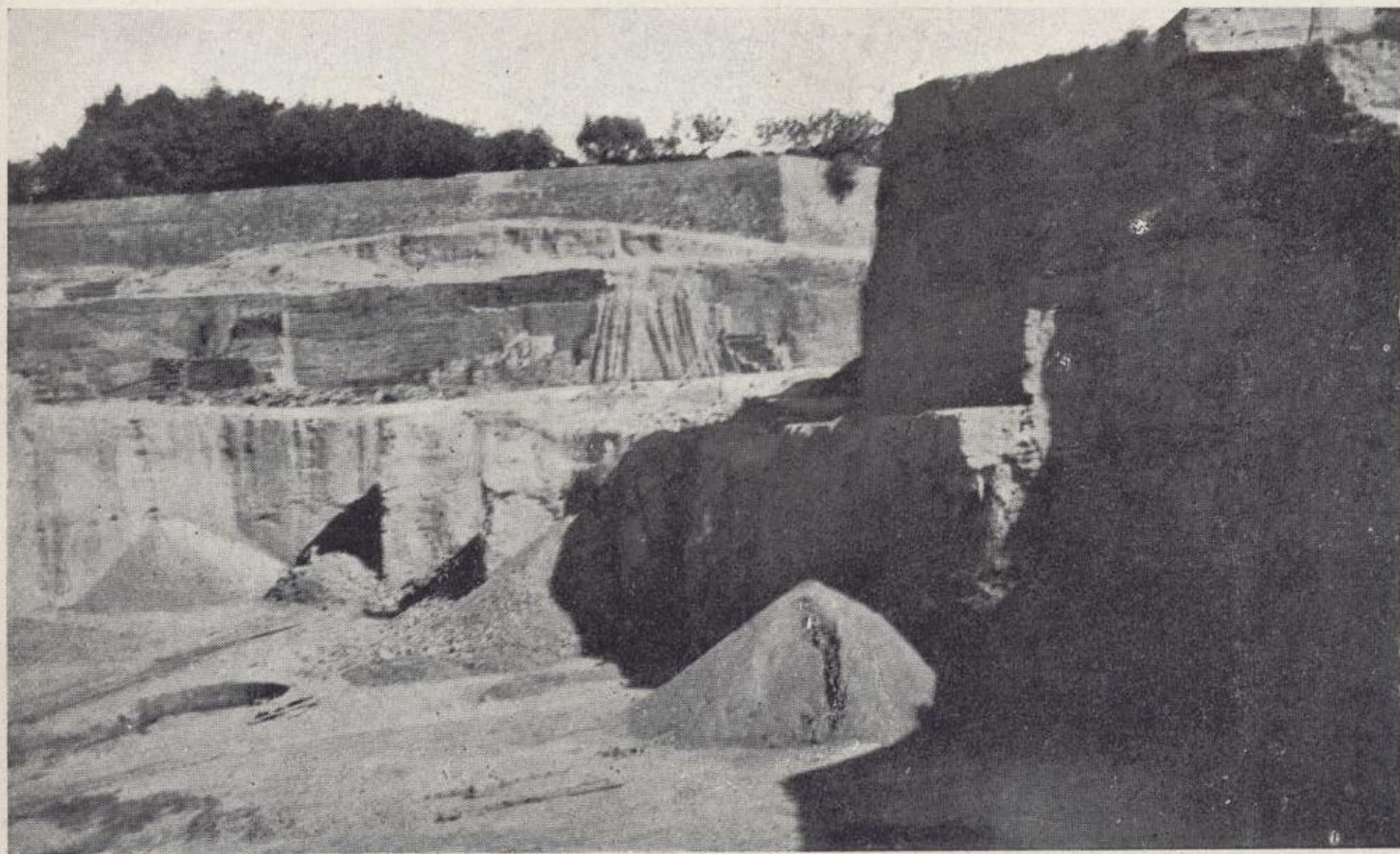
Paisaje de erosión en las arcillas del Mioceno continental de Hostalots de Pierola, cerca de Can Mata. En la parte inferior se observa el lugar de emplazamiento y excavación de la brecha citada en el texto.

(Fot. Crusafont)



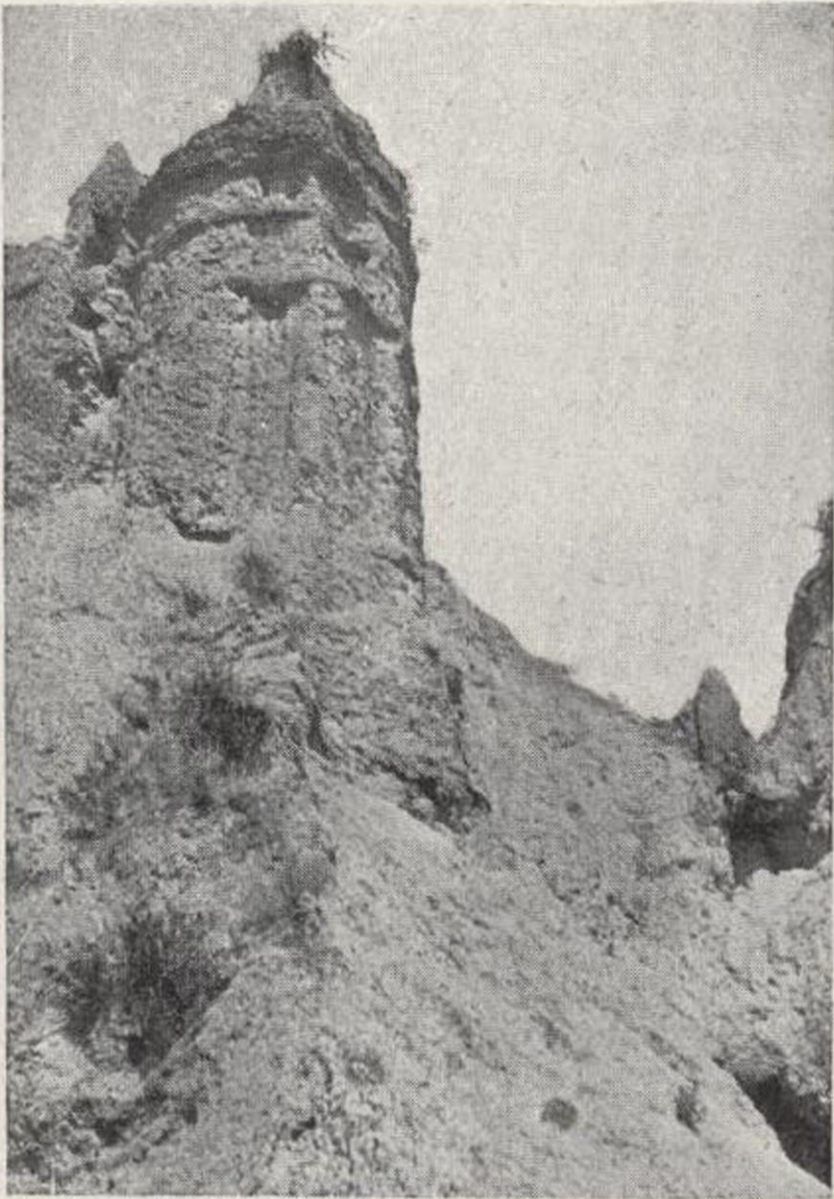
Barrancos de arcillas del Mioceno continental, con marcado buzamiento, en la rambla de Claret, en las cercanías de Hostalet de Pierola. Al fondo, Monserrat.

(Fot. Crusafont)

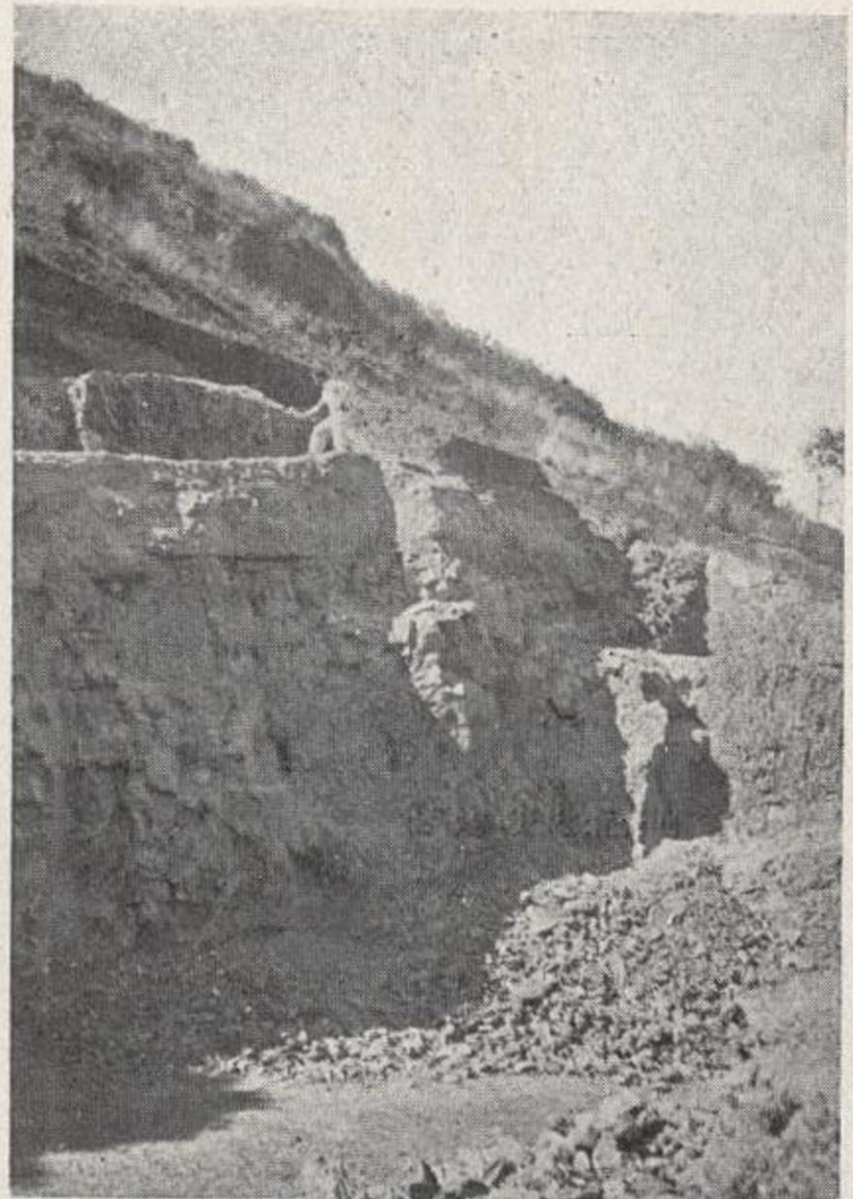


Arcillas del Ponticense en la tejería «Sagués, Donadeu y Cía.», en Tarrasa, de donde proceden algunas especies de vertebrados citadas en el texto.

(Fot. Crusafont)

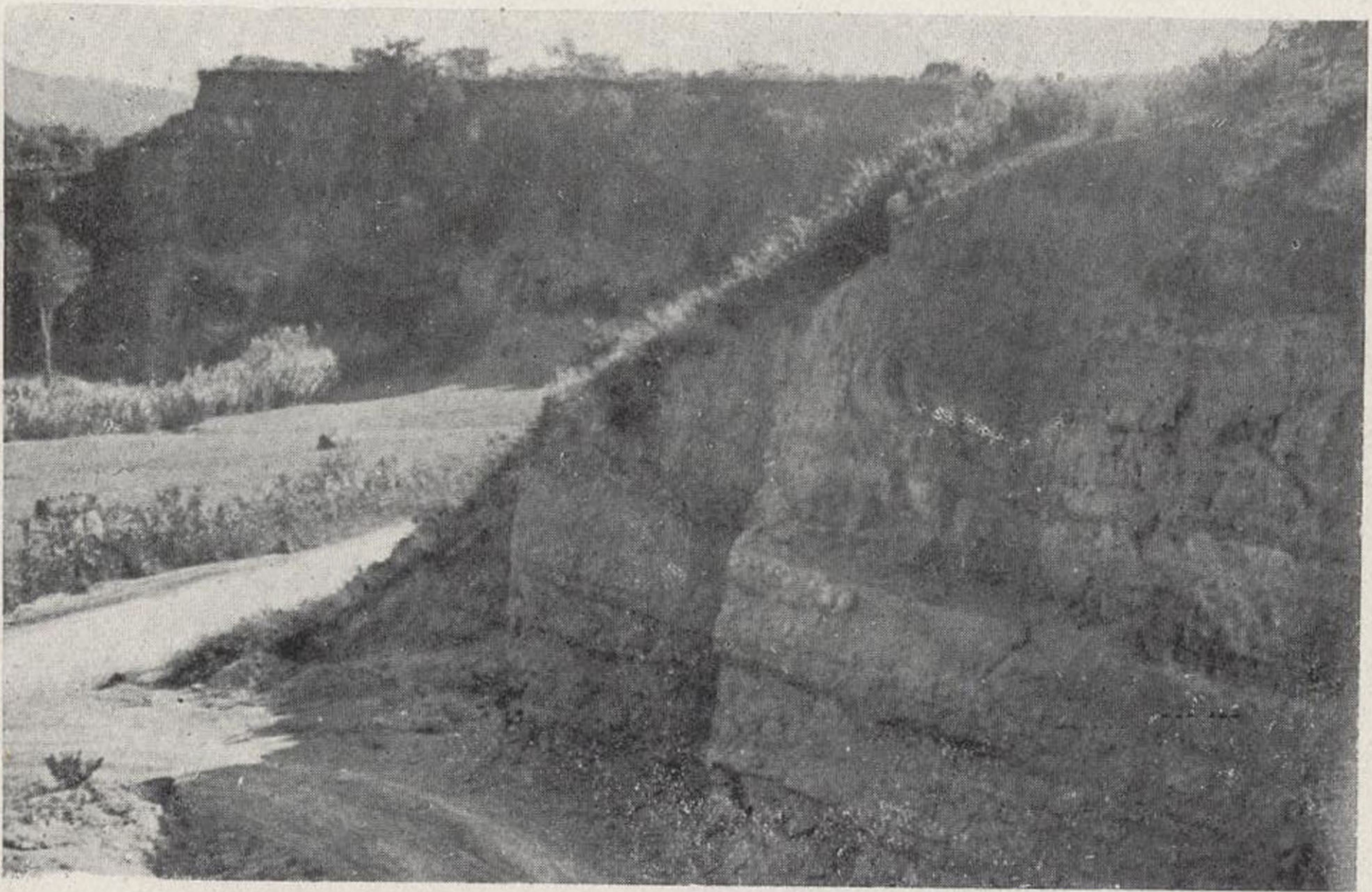


Formas de erosión en las arcillas vindobonienses del yacimiento de Hostalets de Pierola (Can Mata).



Arcillas del Pontiense, con *Felis antediluviana* Kaup, en el terrero de La Tarumba. (Viladecaballs)

(Fots. Crusafont)



Los estratos arcillosos del terrero de La Tarumba cerca de Viladecaballs (Pontiense). Al fondo, los ribazos del Mioceno continental recubierto por el Cuaternario, sobre la Riera de Gayá.

(Fot. Crusafont)

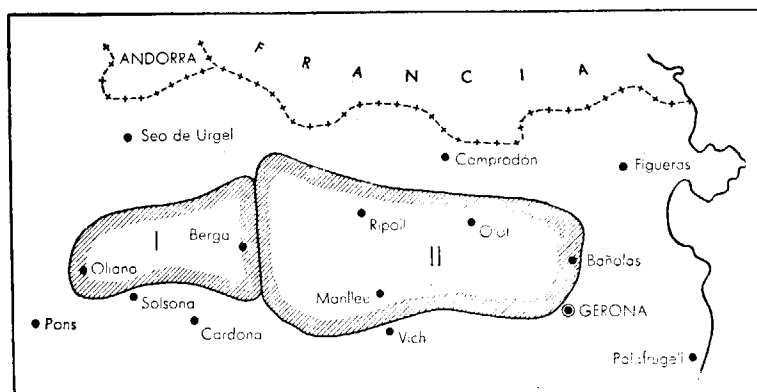
CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO
DE LA
ZONA SUB-PIRENAICA CATALANA

1.ª PARTE
OBSERVACIONES GEOLÓGICAS SOBRE EL BORDE
SUR DE LOS PIRINEOS ORIENTALES

POR LOS SEÑORES
RÍOS, ALMELA Y GARRIDO

2.ª PARTE
LAS EDADES DE LOS YESOS DEL EOCENO
CATALÁN Y ALGUNAS OBSERVACIONES SOBRE
LA ESTRATIGRAFÍA DEL MISMO

POR LOS SEÑORES
ALMELA Y RÍOS



OBSERVACIONES GEOLÓGICAS SOBRE EL BORDE SUR DE LOS PIRINEOS ORIENTALES

En los estudios que venimos realizando en el Norte de Cataluña hemos podido observar con cierto detalle la estructura geológica de algunas zonas del borde Sur de los Pirineos. Nuestras observaciones son bastante numerosas y suministrarían suficiente material para un trabajo más extenso; nos limitamos, sin embargo, por ahora, a publicar estas notas, no solamente porque carecemos de tiempo para estudiar y resumir todos nuestros datos de campo, sino también, porque para poder presentar un estudio completo, algunas zonas merecerían ser recorridas con más detalle.

Nos vamos a limitar a exponer nuestras observaciones sobre el borde del Secundario y su contacto con las formaciones terciarias de la cuenca del Ebro. El estudio de este contacto plantea interesantes problemas geológicos y tectónicos que han ocupado a numerosos autores.

DALLONI [1] (1), en su clásico estudio sobre los Pirineos catalanes, contribuyó al conocimiento de esta zona con un análisis estratigráfico muy detallado, y las faunas que cita

(1) Estos números se refieren a la bibliografía, que va al final.

son muy completas. Sus mapas, sin embargo, han sido mejorados considerablemente en los trabajos que posteriormente se han publicado sobre esta región.

ASHAUER [2], publicó en el año 1934 un interesante trabajo, en cuyos mapas los contornos de los diferentes terrenos alcanzan una precisión notable. Como consecuencia de sus estudios, y basándose en las ideas de STILLE, deduce conclusiones paleogeográficas y tectónicas muy interesantes.

El mismo ASHAUER, en colaboración con TEICHMÜLLER, ha estudiado posteriormente la zona comprendida entre el Segre y el Llobregat [3], desde un punto de vista análogo al del trabajo anterior.

En 1937 apareció un trabajo de BIROT [4], que aunque realizado con vistas al estudio geográfico y morfológico de la región, expresa ideas geológicas interesantes, en mapas y cortes, dibujados a escala más detallada que los anteriores.

Nuestro trabajo ha sido llevado a cabo con mayor detalle que los que acabamos de citar, ya que su finalidad industrial nos ha obligado a trabajar constantemente a las escalas 1 : 50.000 ó 1 : 25.000. Las observaciones y deducciones que hemos obtenido coinciden muchas veces con las de los autores anteriores.

Sin embargo, hemos procurado trabajar siempre con la mayor independencia de criterio posible, y sin el conocimiento previo de algunas de las obras antes citadas.

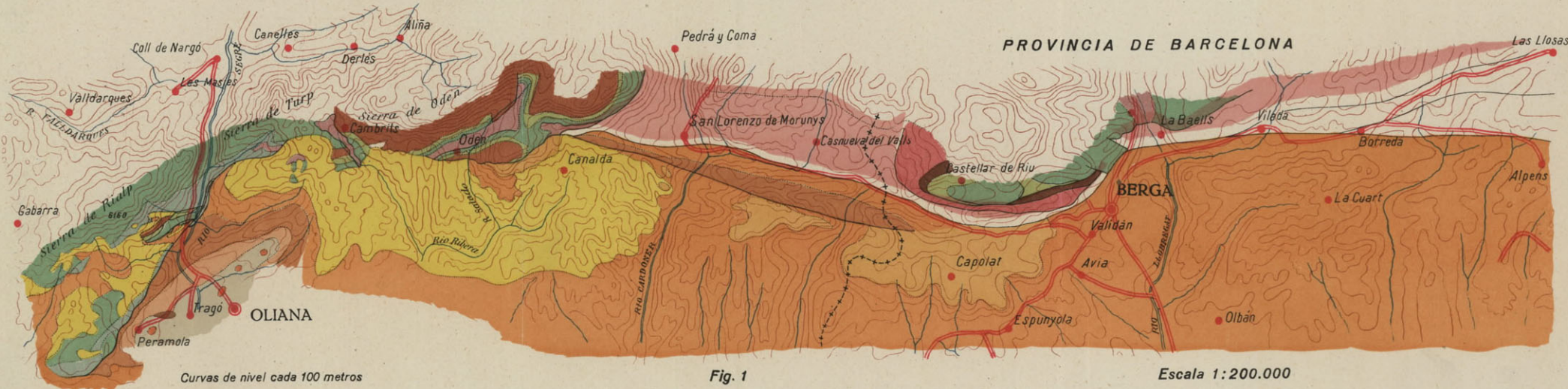
En el mapa de la lámina I (fig. 1), viene representado a escala 1 : 200.000 el conjunto de la zona en que se enclavan los fenómenos tectónicos que queremos describir.

Los diferentes autores que acabamos de citar están de acuerdo en considerar la estructura del borde secundario de la cuenca terciaria del Ebro como un corrimiento del



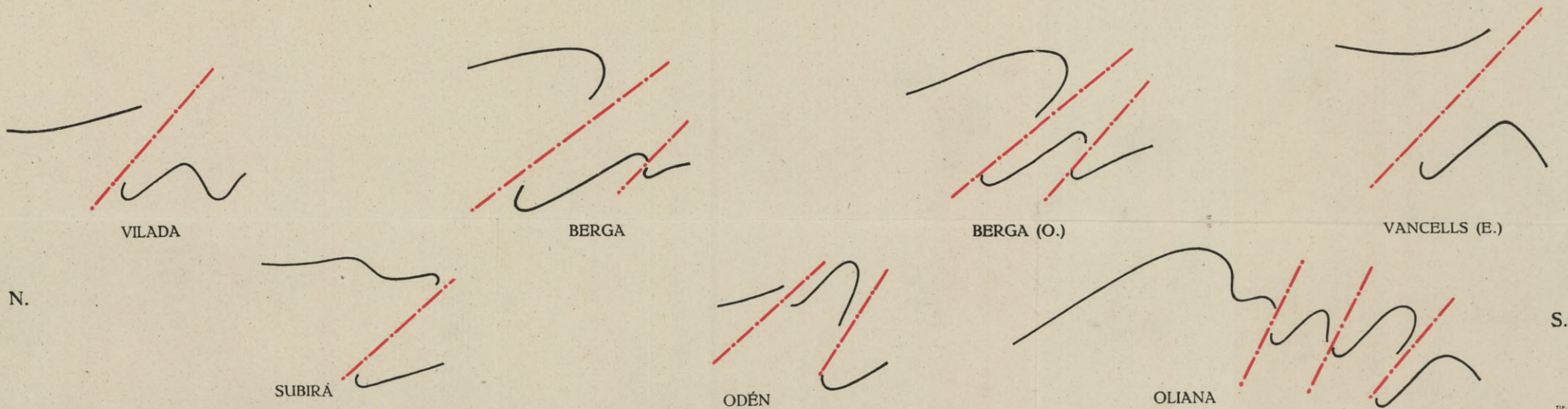
PROVINCIA DE LÉRIDA

PROVINCIA DE BARCELONA



ESQUEMAS TECTÓNICOS

Fig. 2





Secundario o falla inversa hacia el Sur. STILLE, en su obra de conjunto sobre la estructura de los Pirineos, sostiene una concepción análoga [5]. La idea fundamental en que basamos nuestra interpretación estriba igualmente en la existencia de un gran accidente tectónico que atraviesa esta zona de Este a Oeste (fig. 1), de modo que a lo largo de él, la masa situada al Norte ha avanzado con mayor o menor profundidad hacia el Sur, cobijando los terrenos en esta dirección. Los desplazamientos nos parecen ser de orden pequeño.

Sin embargo, para poderlo afirmar de manera terminante, sería preciso extender nuestras observaciones en áreas más grandes, especialmente en dirección al Norte. Las características de los pliegues, y su disposición, son las que nos dan la impresión de que los arrastres son de pequeña profundidad. No podemos, sin embargo, argumentarlo sólidamente.

No se puede hablar de grandes arrastres en masa, sino de cobijaduras en que los bordes de masas autóctonas, en sus plegamientos, rebasan sus límites originales, volcándose, o cabalgando, sobre las contiguas. La teoría de los arrastres en masa hacia el Norte, preconizada por ASTRE [6], ya fué rebatida por DALLONI y no ha sido resucitada después. Los autores citados, y otros cuyos estudios se limitan a zonas locales, dan con diversas variantes la misma explicación fundamental de cobijaduras hacia el S., de amplitud limitada, a la que estrictamente se ajustan los fenómenos estudiados por nosotros, y que pasamos a describir.

La línea de fractura de que hemos hablado, afecta principalmente al Eoceno (fig. 1), pero en algunas zonas el Cretáceo avanza notablemente hacia el Sur, comprimiendo el Eoceno, que queda reducido a una banda muy estrecha y hasta puede desaparecer. Nos limitaremos a estudiar en

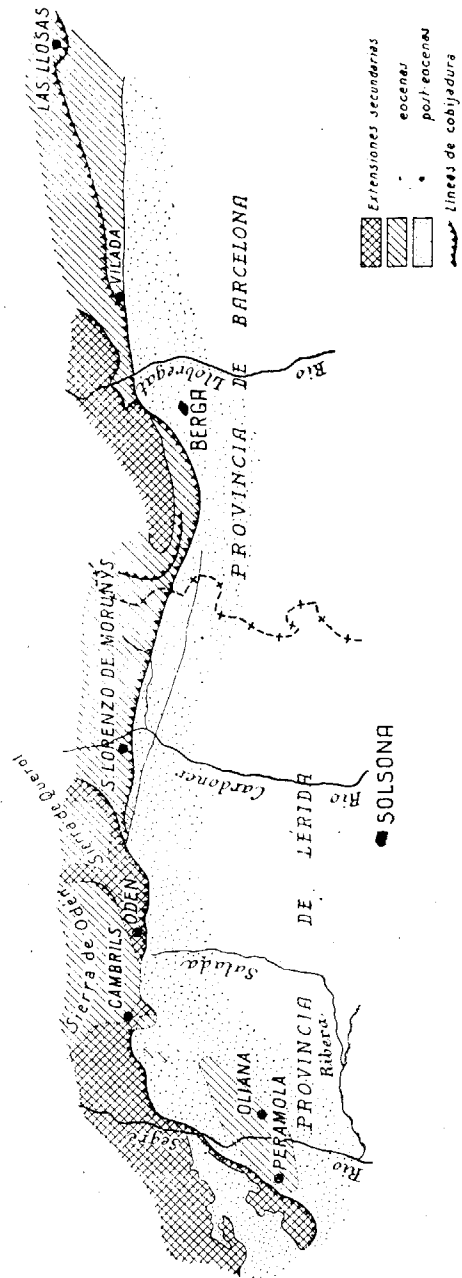


Fig. 1

este trabajo la zona representada en el esquema de la figura 1, aunque estos fenómenos se continúan tanto hacia el Este como hacia el Oeste. Para mayor claridad de exposición lo dividiremos en las siguientes partes:

1. Desde Las Llosas hasta San Lorenzo de Morunys.
2. De San Lorenzo de Morunys a Cambrils.
3. La zona inmediatamente al Sur de las sierras del Turp y de Aubens.
4. El problema de los conglomerados.
5. Conclusiones tectónicas. Cronología y edad de los plegamientos.

1. Desde Las Llosas a San Lorenzo de Morunys

a) De Las Llosas a Vilada

Una línea que pasa aproximadamente por los pueblos de Las Llosas, Borredá y Vilada marca el borde de la cobijadura (fig. 1 de la lám. I). Al Norte de ella el Luteciense es homogéneo en su composición y consiste en margas y maciños, y es uniforme en su dirección y buzamiento. Su inclinación es al principio bastante grande (45° al N.), pero al alejarse del borde disminuye gradualmente, hasta llegar a buzarse al S., formando así un sinclinal muy regular (fig. 2).

Los tramos son cada vez más altos a partir del borde de la cobijadura hacia el Norte, llegándose al Oligoceno, que con espesores notables rellena el fondo del sinclinal, sin que se aprecie una discordancia sensible entre Eoceno y Oligoceno.

Al Sur de la cobijadura las capas aparecen muy trituradas y faltas de continuidad. Parecen, por su aspecto y posición, tramos altos del Eoceno. Todavía más al Sur aparece

el Oligoceno. Conforme nos alejamos de la fractura en esta dirección, las capas se van ordenando, si bien aún están intensamente plegadas, formando anticlinales muy agudos.

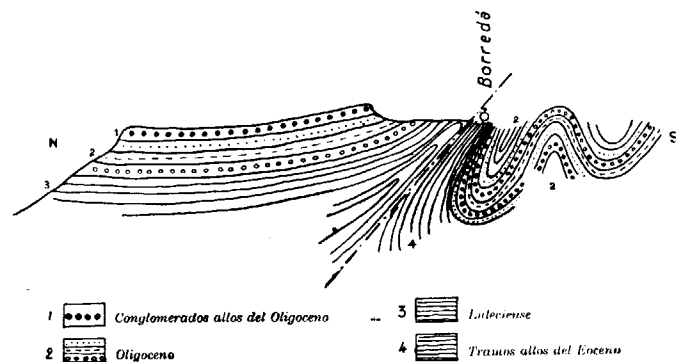


Fig. 2

b) De Vilada a La Baells

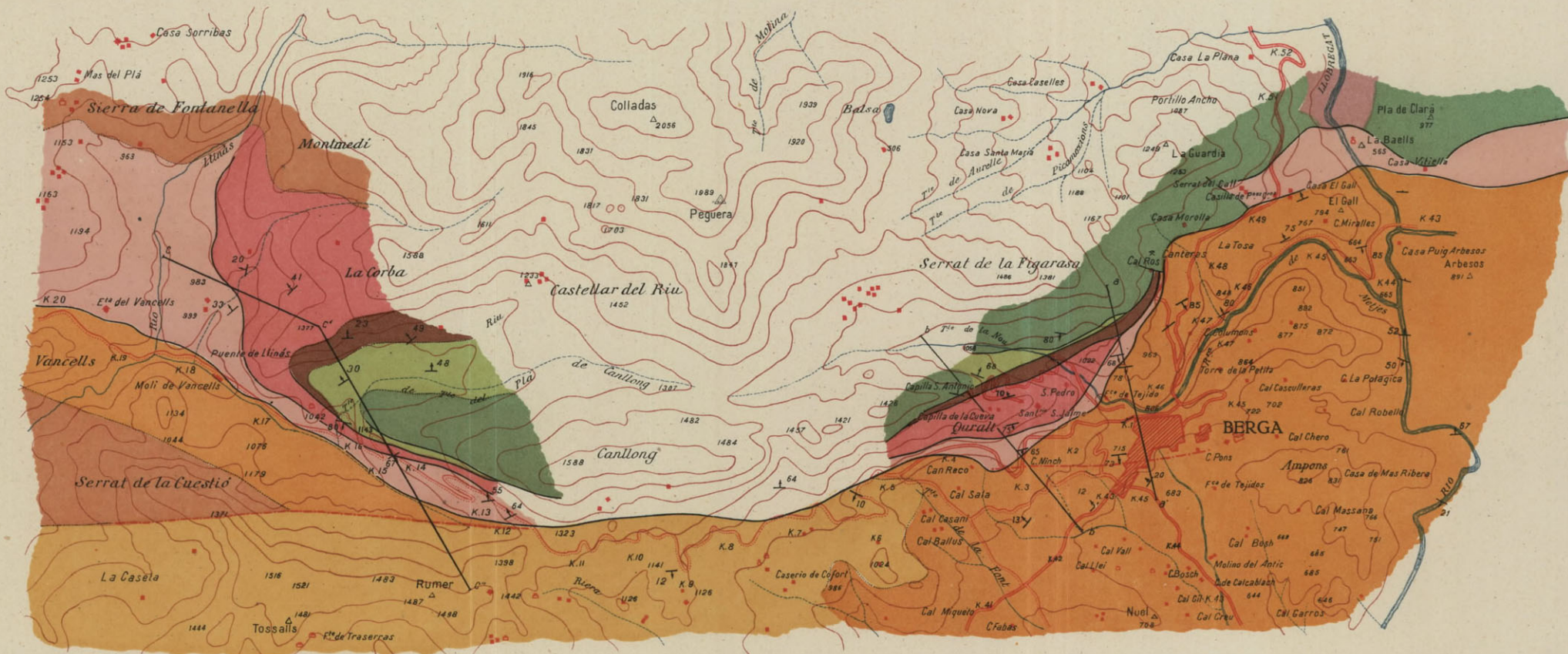
Se observa en las proximidades de La Baells, que el Luteciense al N. de la rotura, que venía desde el E. en corridas muy uniformes, está ahora sumamente trastornado. La complicación, ya no se limita, como en la zona que acabamos de estudiar, al borde S. de la cobijadura, sino que afecta también la masa situada al Norte.

La razón estriba en que nos acercamos a una gran masa de calizas secundarias que, a su vez, han avanzado hacia el S. cabalgando sobre el Eoceno.

c) Las proximidades de Berga

En las proximidades de Berga (fig. 1 de la lám. II) este avance del Secundario sobre el Eoceno alcanza su mayor





Curvas de nivel cada 100 metros

Fig. 1

Escala 1:50.000

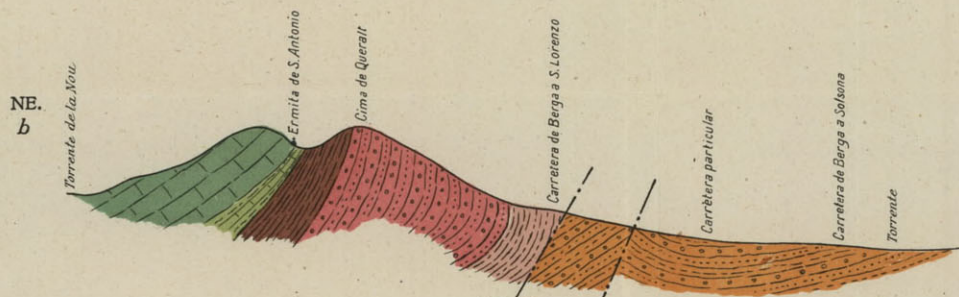


Fig. 2

Verticales-Horizontales
Escala 1:20.000

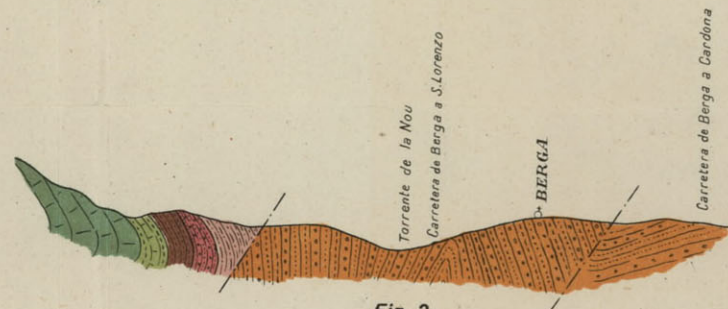
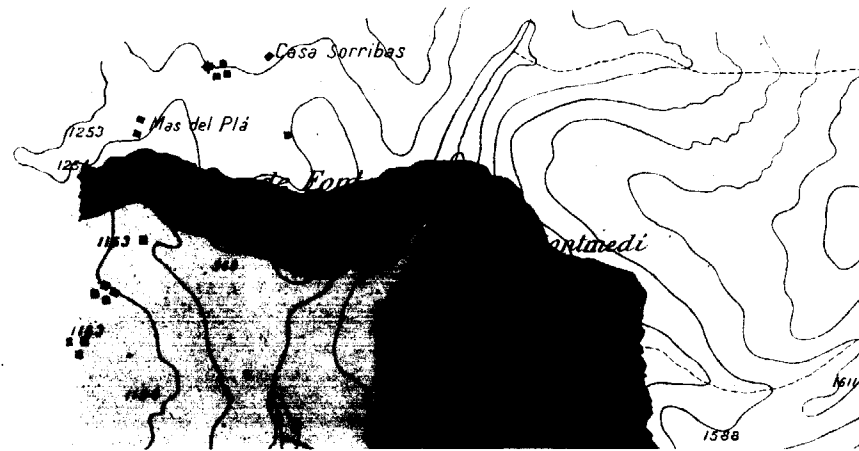


Fig. 3



Fig. 4



profundidad hacia el S., y es uno de los puntos en que vamos a mostrar este fenómeno con algún detalle.

Al N. de la población de Berga, el Cretáceo está en contacto con el Eoceno. La serie de los terrenos pasa de una a otra formación en su orden normal y es bastante completa. No obstante, los contactos no son normales; se aprecian las señales de una compresión violenta que trastorna y rompe las capas. En algunos sitios, el arrastre relativo entre los terrenos cretáceos y los eocenos no ha sido muy grande, verificándose aquél principalmente dentro de los tramos eocenos. Sus capas aparecen rotas y laminadas, faltas de continuidad, y como consecuencia del arrastre los espesores visibles son menores, a veces mucho menores, que los de la serie normal. En otros puntos, el arrastre del Cretáceo sobre el Eoceno ha sido mucho mayor, y éste desaparece bajo el desbordamiento de aquél.

Tomemos como ejemplo típico de esta disposición general el corte trazado por el Santuario de Queralt (fig. 2 de la lám. II).

Al N. del Santuario, y sobre los tramos inferiores del Eoceno, aparece desplomado el Cretáceo superior.

Este está constituido por calizas grises, a veces arenosas, en bancos firmes y compactos; están laminadas en su borde, hacia el Eoceno. Contienen abundantes restos de fósiles, en que se aprecia la existencia de coralaris, ostreas y abundantes fragmentos y secciones de *Hippurites*, algunos de muy gran tamaño. Las atribuimos al Senonense.

Al pie de estos bancos, entre el Cretáceo y el Eoceno, aparece el Garumnense. En muchos sitios, su existencia es apenas apreciable. Consiste en margas vinosas y de vivos colores, sumamente laminadas y comprimidas, pasando a areniscas silíceas abigarradas. No se aprecia la existencia

de yesos, pero sí de varios horizontes de calizas oscuras fétidas, en bancos duros y firmes.

Entre la masa garumnense triturada se encuentran bloques de calizas blancas, de grano muy cristalino, con moldes inclasificables de gasterópodos.

En contacto con el Garumnense hay unas capas, también muy quebrantadas, pero ya bastante más continuas que las de aquél.

Son unas margas azules, arenosas en sus tramos altos. Contienen gran abundancia de foraminíferos de pequeño tamaño, entre ellos la *Assilina Leymeriei*, d'Arch., y además abundantes fragmentos de otros fósiles, entre ellos equínidos y ostreas de grandes dimensiones. Representan la base del Eoceno: el Ypresiense.

En contacto con las capas superiores de margas arenosas, y hacia el S., hay unos potentes bancos, uniformes en su dirección y bastante variables en su composición. Predominan en ellos los conglomerados, pero éstos alternan, principalmente hacia su base, con verdaderas calizas y con maciños. El paso de una a otra facies es irregular y caprichoso.

Estos conglomerados son brechoides. Tanto el cemento como el canto son calizos, y se desgastan por igual, dando una superficie aproximadamente lisa, en la que no se destacan los cantos. Abundan entre éstos los de la caliza de alveolinas. Las calizas contienen canto y grava de cuarcitas, que cuando abundan las convierten en verdaderos maciños, cuyo grano llega a ser muy fino.

En los maciños hemos encontrado los siguientes foraminíferos:

Nummulites laevigatus, Brug.

Assilina exponens, Sow.

Nummulites uronensis, Heim.

Discocyclina archiaci, Schlum.

Corresponden a la base del Luteciense. ASHAUER, citando a BATALLER, menciona en esa misma localidad la *A. exponens* y el *N. lucasanus*. Les asigna como edad el Luteciense medio. Pero GÓMEZ LLUECA señala para la primera especie la edad Luteciense, y para la segunda la Ypresiense. Creemos, por consiguiente, justificado el apreciar que caracterizan aquí la base del Luteciense.

Al S. de estas masas de conglomerados y maciños que sustentan el Santuario de Queralt, y que se alzan como un muro frente a Berga, hay unas capas de margas azules y amarillas, estas últimas de facies Flysch. Están sumamente fracturadas, con lo que en general se pierde la continuidad de la estratificación, habiendo sufrido, evidentemente, compresiones muy violentas. A nuestro juicio representan, con su falso espesor aparente, el Luteciense medio, que uniformemente y con su espesor real se extiende con gran regularidad a ambos lados del saliente secundario de Berga. Este parece haber avanzado hacia el S., sobre el Luteciense, pero éste apenas muestra solución de continuidad (salvo una interrupción de carácter local) y se puede pasar de una a otra mancha, bordeando el Secundario, sin abandonar el Luteciense medio.

Este, a su vez, cabalga hacia el Oligoceno, siendo el contacto muy anormal y violento.

El Oligoceno se encuentra también muy afectado por el corrimiento. Sus pliegues, no muy agudos a la altura de Borredá, llegan a confundir en Vilada sus flancos S. y N. en un solo paquete de capas, verticales, o volcadas a un mismo lado. Se adaptan a la forma del saliente secundario, y se aprietan los unos contra los otros, apiñándose en la

masa común de capas muy trastornadas que ocupan el espacio entre Berga y el contacto eoceno.

Este corte que acabamos de describir nos da la composición y estructura de los terrenos al N. y S. de Queralt.

Las capas mantienen a uno y otro lado de este corte una continuidad relativa. Hacia el O. (fig. 1 de la lám. I), el Cretáceo tiene tendencia a agudizar su avance sobre el Eoceno, y van desapareciendo sucesivamente algunos tramos.

Hacia el Este los fenómenos ocurren de la siguiente manera:

Hasta las canteras de la fábrica de carburo las circunstancias son parecidas. Hemos trazado un corte, justo al N. de Berga (fig. 3 de la lám. II), cuyos resultados en cuanto a estructura son parecidos a los del corte ya descrito, repitiéndose la serie de Queralt con algunas variaciones, que vamos a describir.

De N. a S. hemos encontrado:

Un muro calizo con bancos materialmente cuajados de *Hippurites*, algunos de tamaño verdaderamente gigante. Se han clasificado las especies:

Hippurites castroi, Vidal.

- » *lapeiroussiei*, Gold.
- » *maestrei*, Vidal.

Unos lechos de margas azules, entre hojosas y arriñonadas, que se emplean para la fabricación del cemento natural. Hasta aquí se trata del Senonense.

Unos bancos, poco potentes, de calizas negras, fétidas, que incluimos ya en el Garumnense.

En la misma collada, unas margas rojas muy laminadas, que corresponden, evidentemente, a la facies roja del Garumnense.

Margas azules y arenosas, trastornadas, continuación ininterrumpida del Ypresiense de Queralt, con abundancia de pequeños foraminíferos.

Conglomerados y maciños, prolongación de los de Queralt, pero con mucho menor espesor, quizá debido a razones estratigráficas o tectónicas, probablemente a ambas.

Finalmente las margas del Luteciense medio, y el Oligoceno en disposición análoga a la del corte 3 de la lám. II.

Como se ve, este corte no presenta grandes novedades con respecto al anterior, pero resulta muy interesante por constituir una confirmación.

A la altura de las canteras de la fábrica de carburo, el Cretáceo avanza sobre el Eoceno, único punto en que se rompe la continuidad de éste, llegando aquél a ponerse en contacto con el Oligoceno. Este fenómeno es de carácter local y su anchura apenas excede de un kilómetro.

Pasada esta rotura, aparece de nuevo el Eoceno, pero los tramos inferiores han desaparecido en la cobijadura.

Este Eoceno consiste, en las proximidades de La Baells, en unas margas amarillentas o azuladas, en que DALLONI señaló el *Schizaster spado*, Lamb., del que hemos encontrado buena cantidad. En la misma localidad encontramos, además, los *N. globulus*, Leym., y *N. uronensis*, Heim.

Estas margas pasan al otro lado del río Llobregat y forman banda continua con la corrida luteciense ya citada, que DALLONI determinó paleontológicamente con una fauna muy completa en Vilada; esta misma fauna la hemos estudiado nosotros en gran número de ejemplares recogidos en Borredá, y hemos podido añadir algunas especies a la lista de DALLONI.

Desde La Baells a Vilada estas margas están muy trastornadas, debido al avance del Cretáceo. Más allá de Vilada alcanzan, como ya hemos descrito anteriormente, gran

continuidad y regularidad, y aparecen con sus espesores reales, que son grandes.

**d) La zona inmediatamente al Sur de la
Sierra de la Corba**

En esta zona, que viene también representada en la lámina II (fig. 1), se reproducen más al O. los mismos fenómenos de Berga, pero aquí son más fácilmente visibles y su estructura se deduce inmediatamente de los contornos del mapa.

Sobre las calizas senonenses (fig. 4 de la lám. II), descansa el Garumnense, constituido por capas de margas abigarradas, de vivos colores, en que predominan los tonos rojos, amarillos y violáceos. Están dispuestas en bancos gruesos, bien estratificados; encajan capas de 0,50 a un metro de espesor de calizas compactas, careadas, oscuras y fétidas. La combinación de estos bancos, alternativamente duros y menos duros, da por erosión diferencial un relieve áspero, en que las calizas destacan como crestones.

En algunos de estos bancos calizos encontró VIDAL la *Vivipara aspersa*, especie que a nosotros nos pasó desapercibida.

Sobre esta formación, se apoya concordantemente la parte baja del Eoceno, el Ypresiense, constituido por hileras de areniscas amarillentas, que soportan margas grises y azuladas, laminares, y muy bien estratificadas. Entre estas capas aparecen intercaladas otras de areniscas amarillentas y de calizas oscuras y fétidas, estas últimas principalmente en la base.

Esta formación típicamente marina, como lo demuestran, aparte de su facies litológica, los fósiles, no muy abundantes ni bien conservados, consistentes en equínidos limoni-

tizados y deformados, pequeñas terebratulas, *Nautilus*, sp., y algún caparazón incompleto de cangrejo.

Sobre estas capas se señala un espesor pequeño de calizas de alveolinas, que no hemos podido localizar con exactitud, a pesar de haber visto en gran cantidad sus restos y fragmentos.

Soporta una compacta y compleja serie, constituida por la alternancia irregular de las siguientes rocas: conglomerados de cemento y canto calizos, poco rodados, en que se encuentran representadas las calizas de alveolinas y las calizas secundarias; maciños en bancos duros y compactos, que pasan a calizas arenosas con alveolinas, en las que hemos encontrado diminutos equínidos de la especie *Echynocianus dumasi*, Cott., en ejemplares bien conservados.

Esta formación se encuentra en la base del Luteciense y creemos que debe ser incluida en este piso, asimilándola a la formación análoga por su posición y composición de los conglomerados de Queralt.

Soporta inmediatamente, y en forma concordante, unas areniscas y maciños con *Nummulites laevigatus*, Brong., y *N. uronensis*, Heim. (formas A y B). Estas capas, que están bien estratificadas, comprenden intercalaciones margosas.

Sobre ellas viene una potente formación de yesos, bastante extensa, en que se pierde la estratificación. Creemos que esto es debido a un doble efecto de la naturaleza de los yesos y del trastorno que corresponde al borde de una cobijadura. Sobre los yesos se encuentran margas azules y arenosas con *N. perforatus*, especialmente localizados en unos lentejones calizos, donde se encuentran en gran cantidad. Además, y cerca del puente de Llinas, en Vancells, hemos encontrado de nuevo el *Schizaster spado*.

La correspondencia de todos estos tramos con los ni-

veles de Berga nos parece muy clara, y más adelante la hemos de examinar al resumir los resultados.

La disposición tectónica aparece en esta zona con claridad singular. Constituye el límite al O. de la cobijadura secundaria, que desde Vilada y Berga viene más o menos volcada al Sur. Aquí se cierra la cobijadura dibujando una media cúpula, subrayada por la topografía y, en los mapas geológicos, por los contornos.

Vista en corte (fig. 4 de la lám. II) esta estructura aparece como un pliegue volcado hacia el Sur y resbalado en esta dirección. Así es que en la falda N. la serie aparece completa, uniforme y concordante. En la falda S., el arrastre ha laminado los distintos tramos, que aparecen muy triturados.

Como consecuencia, el Ypresiense, precisamente el tramo más blando, ha desaparecido, y los demás aparecen con un espesor aparente muy inferior al real. El corte, debido a su oblicuidad, no refleja con exactitud esta característica.

Hacia el Este, es decir, hacia Berga, el arrastre aumenta progresivamente, de modo que el número de tramos visibles al S. es cada vez menor, y creemos que las calizas senonenses llegan a estar en contacto con el Luteciense alto, y quizás con el Oligoceno. No se han señalado los contornos todo a lo largo de la cobijadura por no haber sido recorridos detalladamente.

Cerca de Berga, la profundidad del arrastre, nunca muy grande, disminuye, y van reapareciendo de nuevo los tramos conforme lo hemos descrito al ocuparnos de las proximidades de aquella ciudad.

La cobijadura fundamental se ha verificado, por consiguiente, por rotura y resbalamiento del Eoceno, precisamente sobre las margas lutecienses, que volcadas han ca-

balgado sobre el Oligoceno. La presión sobre este último terreno ha originado diversos pliegues, de los cuales el más próximo a la cobijadura es muy violento y aparece fallado. Es el mismo fenómeno que se observa al S. de Berga y, en realidad, con diferentes modalidades, todo a lo largo del borde S. de la cobijadura del Oligoceno por el Eoceno.

e) De la Sierra de la Corba a San Lorenzo de Morunys

Hacia el O. del torrente de Llinas (en Vancells), y pasada la mancha de yesos que hemos mencionado, las capas lutecienses recobran su posición normal, su verdadero espesor, y su uniformidad en los buzamientos y direcciones.

Sobre el Luteciense, y hacia el Norte, vamos encontrando la serie normal hasta los más altos tramos del Oligoceno.

Hacia el Sur, toda la formación, resbalando sobre el Luteciense, cabalga sobre el Oligoceno y se reproduce en sus líneas esenciales la disposición que existe al E. de Berga, entre Vilada y Las Llosas (fig. 1 de la lám. I).

El borde del Oligoceno aparece violentamente plegado y fallado. Como consecuencia llegan a aparecer, en parte, a lo largo de la falla, los conglomerados de la base del Oligoceno, dispuestos con una gran inclinación. La disposición general es la que muestran las fotografías 1 y 4.

Esta zona intermedia está situada entre las cobijaduras del Eoceno por el Secundario en las sierras de la Corba, al Este, y de Querol, al Oeste. Unas fajas de intensas fracturas bordean ambos macizos.

f) Resumen y conclusiones parciales

Expuesto con cierto detalle el análisis de la estructura de estas zonas, vamos a resumirlo, concretándonos a los rasgos generales, para obtener una idea de conjunto.

En la figura 3 aparecen esquematizados los cortes que hemos estudiado detalladamente. En ellos se aprecia que existe cierta uniformidad en la continuidad de los tramos, desde el Cretáceo hasta el Luteciense medio, uniformidad que nos conviene hacer resaltar. Además hemos incluido un corte trazado al pie del Montsech (al E. de Santa María de Meyá), sobre la falda N. de la Sierra de San Mamet, porque allí la analogía con estos cortes es muy patente, con la ventaja de que la estructura tectónica es tan clara y sencilla que nos basamos en ella para nuestra interpretación de los restantes cortes.

SENONENSE.—La facies del Cretáceo, que se limita al Senonense y tramos superiores, son algo variables, pero en general eminentemente calizas. El Campaniense lo es en todos los cortes. El Maastrichtiense de San Mamet se compone de areniscas y en los demás cortes es calizo, pero siempre más o menos margoso o arenoso. La edad del Senonense está bien determinada por fósiles, especialmente *Hippurites*.

GARUMNENSE.—El Garumnense está constituido por una serie de formaciones, ya de agua dulce, ya marinas, que alternan irregularmente tanto vertical como horizontalmente. Sus límites superiores no son muy definidos, y por esta razón los diversos autores han atribuido algunas de sus capas unas veces al Cretáceo y otras al Eoceno.

Nosotros las hemos incluido en el Garumnense cuando tienen las siguientes características:

Calizas compactas, blancas, de grano cristalino, generalmente desprovistas de fósiles.

Calizas oscuras, fétidas, oquerosas, en bancos firmes de poco espesor.

Margas y algunas areniscas y conglomerados de vivos colores, predominando los tonos rojos y vinosos, amarillos y verdes. Pasan de sueltas y disgregadas a compactas.

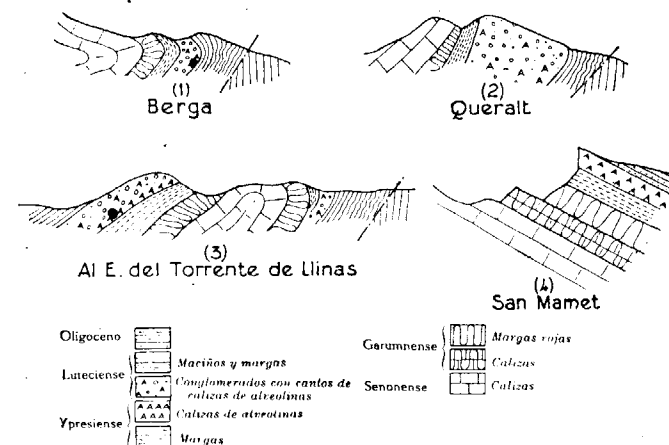


Fig. 3

En el corte (4) el Garumnense presenta en la base 130 metros de calizas blancas; encima 120 metros de margas vinosas sueltas, con bancos de calizas oscuras, intercalados. En el corte (3) el Garumnense se compone de 400 metros de margas rojas, más compactas que las de (4) con bancos de calizas oscuras fétidas. En el corte (2) el espesor real es desconocido, y el aparente muy variable y pequeño; son margas varioladas muy laminadas; presentan intercalaciones de calizas fétidas y bloques de las calizas

blancas. En el corte (1) las características son más o menos las mismas; los bancos de calizas oscuras parecen estar situadas hacia la base, en contacto con el Cretáceo.

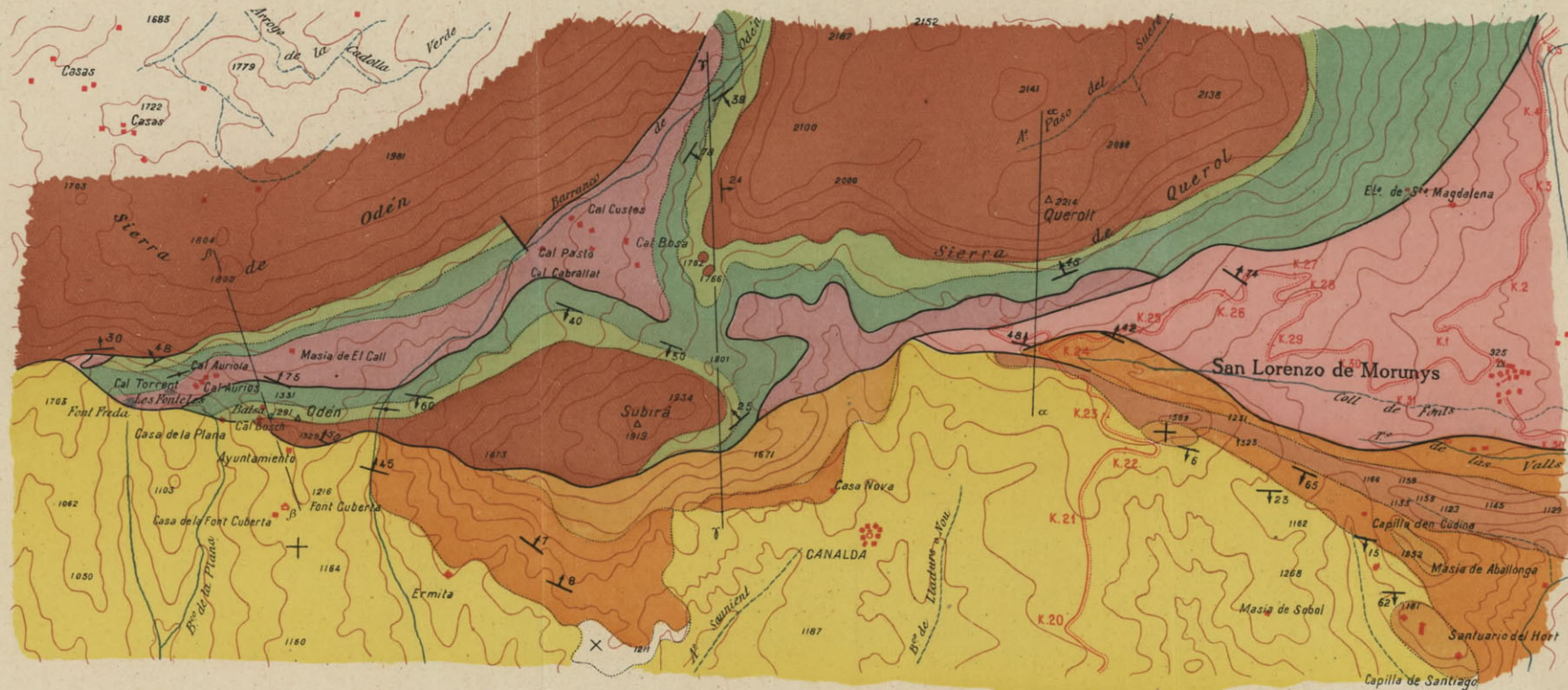
YPRESIENSE.—En el corte (4) descansan sobre el Garumnense 80 metros de margas azules, evidentemente marinas y eocenas, con grandes ostreas y alveolinas; soportan 50 metros de calizas de alveolinas. En el corte (3), 200 metros de margas del mismo tipo, con restos de fósiles marinos; soportan también un pequeño espesor de calizas alveolinas. En los cortes (2) y (1) aparecen sobre el Garumnense pequeños espesores de margas arenosas azules, del tipo de las anteriores, con pequeños *nummulites* y restos de grandes ostreas. No hemos encontrado encima las calizas de alveolinas, pero sí abundantes cantos de ellas en los conglomerados que soportan.

BASE DEL LUTECIENSE.—La base del Luteciense es detrítica en todos los cortes, pero en el corte (4) es finamente detrítica, y consiste en areniscas y calizas arenosas, que por meteorización pasan a areniscas; contienen abundantísimos restos fósiles marinos, espículas de *cidaridos*, *nummulites*, etc., y una abundante fauna de *terebratulas* grandes. En los demás cortes viene sobre las calizas de alveolinas una alternancia de conglomerados de canto calizo (en que abundan los de alveolinas), con bancos de maciños fosilíferos.

Podemos, pues, concluir del examen de estos cortes que corresponden a una serie stratigráfica normal bastante análoga y, en general, muy trastornada por las cobijaduras, pero que nos sirve perfectamente para apoyar en ella nuestra interpretación tectónica.

Según ésta, una cobijadura, cuya dirección aproximada





Curvas de nivel cada 100 metros

Fig. 1

Escala 1:50.000

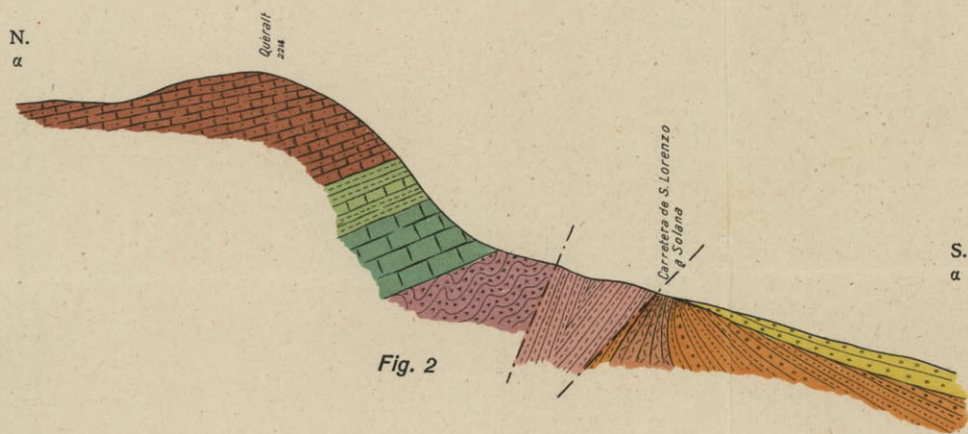


Fig. 2

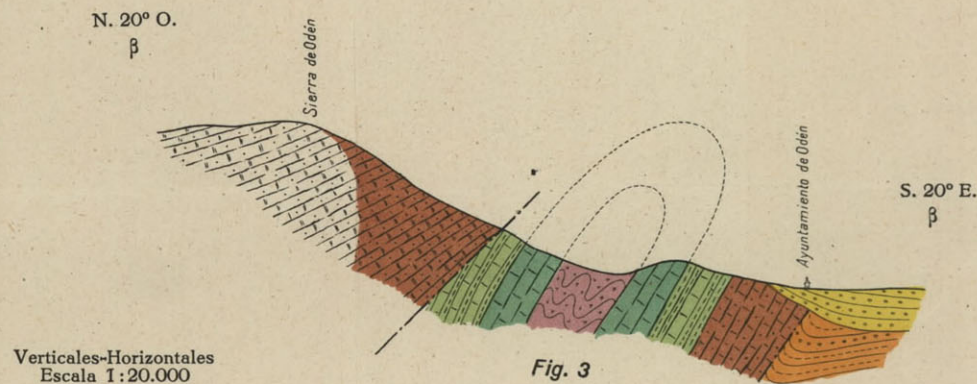


Fig. 3

Verticales-Horizontales
Escala 1:20.000

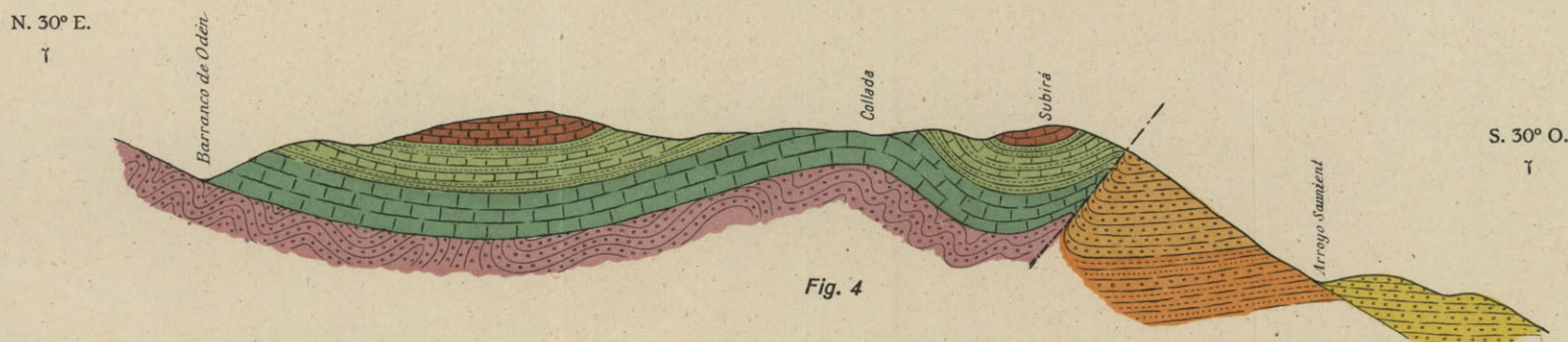


Fig. 4



es E.-O., monta en la faja eocena sub-pirenaica los tramos bajos sobre tramos altos, incluso sobre el Oligoceno. Esta cobijadura fué observada por Ríos al NE. de Olot (1), quizás en su iniciación. Fué seguida por ALMELA en su estudio de la hoja de Manlleu, y penetra en la zona que hemos estudiado por la localidad de Las Llosas.

Al llegar a la zona de Berga, el fenómeno se hace más complejo, porque el Secundario, a su vez, cabalga sobre el Eoceno, formando el saliente secundario que va desde Berga al puente del Llinas (Vancells).

Al Oeste de Llinas recobra las características anteriores hasta San Lorenzo de Morunys, en que un nuevo saliente secundario cobija el Eoceno. Los fenómenos al O. de San Lorenzo los examinaremos a continuación.

2. De San Lorenzo de Morunys a Cambrils

Esta zona está integrada por las sierras de Querol y de Odén y el monte Subirá (fig. 1 de la lám. III). Para simplificar la exposición se estudiarán por separado.

La línea de cobijadura que venimos siguiendo, continúa en esta zona con dirección aproximada Este-Oeste. El fenómeno que ya hemos indicado en Berga, se reproduce en esta zona. El Secundario resbala sobre el Keuper y llega a ocultar el Eoceno.

La constitución de este Secundario puede estudiarse en un corte trazado en dirección N.-S. y que pasa por el pico de Queralt (fig. 2 de la lám. III).

A 100 metros por encima de la carretera que va de San Lorenzo a Solsona, se encuentra la cobijadura del Eoceno por el Secundario.

(1) Véase la 2.^a parte: «Las edades de los yesos.....».

Sobre el Eoceno se apoya el Triásico, constituido por una alternancia de margas y tierras de tonos oscuros y vinosos, con areniscas silíceas de colores blancos y rosados, que contienen cantos de cuarcita. En la base de estas capas, y mostrando muy claras señales del arrastre, se encuentran masas de calizas muy trastornadas, que atribuímos al Muschelkalk.

Sobre el Triásico se encuentran unas capas margosas amarillentas, con finos bancos de areniscas.

Sobre esas capas se apoyan de 10 a 15 metros de calizas margosas, con restos de equínidos y rudistos.

En esta serie se han clasificado las siguientes especies:

Orbitolina, sp.

Cyclolites polymorpha, Gold.

» *elliptica*, Lamck.

Rhynchonella cuvieri, d'Orb.

Birradiolites acuticostatus, Orb.

Sphaerulites sauvagesi, Bayle.

Radiolites toucasi, Orb.

Neithea, sp.

que corresponden al Santoniense.

Estos tramos soportan unos potentes bancos de calizas de colores grises o amarillentos en bancos firmes y potentes. Contienen abundantes granos de arena silícea, de modo que, a menudo, las superficies de erosión simulan areniscas. Los *hippurites* son muy abundantes en estas capas, aunque a menudo sólo se pueden apreciar sus secciones. Hemos podido clasificar, sin embargo, algunas especies que corresponden al Campaniense.

Sobre estas calizas aparecen otras en bancos de tonos más oscuros y menor potencia. Su color es gris azulado.

Con distribución muy irregular hemos podido apreciar la existencia en ellas de restos fósiles marinos. Por su posición deben representar el tramo Maastrichtiense.

La serie se continúa normalmente hacia las cumbres por el Garumnense, en facies parecida a la descrita anteriormente. Está constituido por margas calizas duras, que pueden ser oscuras y fétidas, o de colores rojos y grises claros.

Hasta la cumbre hay una potente serie caliza sin discontinuidad aparente, pero los tramos altos contienen gran cantidad de alveolinas en distribución irregular, mientras que los tramos en contacto con el Garumnense están constituidos por calizas cristalinas, al parecer sin restos fósiles. Estas últimas capas deberían atribuirse al Garumnense, según el criterio establecido más arriba. Aquí no hemos llevado a cabo esta separación por la dificultad de diferenciar estas calizas de las de alveolinas. Las incluimos todas en el Ypresiense. Existe, además, la posibilidad de que se trate, en este caso, del tramo Ypresiense de margas azules situado por debajo de las calizas de alveolinas, y que dotado aquí de un carácter muy calizo no permite reconocer fácilmente la presencia de fósiles.

Esta serie, con las mismas o parecidas características que las que acabamos de describir, forman de manera continua y homogénea las masas de la Sierra de Querol y monte Subirá (fotografías 7 y 9).

Estos terrenos tienen los siguientes espesores medios:

| | |
|-------------------------------|-------------------------|
| Triásico | variable. |
| Coniaciense-Santoniense | 20 metros. |
| Campaniense-Maastrichtiense. | 55 metros-25 metros. |
| Garumnense | 60 a 80 metros. |
| Ypresiense..... | 200 metros como mínimo. |

Hasta ahora hemos descrito las formaciones, que en serie concordante están situadas por encima de la cobijadura del Eoceno, sobre el que descansan, como acabamos de describir, por intermedio del Triásico. Por debajo de ella las formaciones presentes son las que siguen:

Unas margas eocenas de color azulado y cuya estratificación está sumamente trastornada; presentan señales muy evidentes de haber sufrido violentos esfuerzos de compresión. Encierran muy abundantes restos fósiles, entre los que podemos mencionar numulítidos, lamelibranquios muy variados, gasterópodos en menor profusión, fragmentos de crustáceos, entre los que se ha encontrado uno bien conservado y que se ha remitido al Sr. BATALLER para su clasificación.

Estas capas parecen la prolongación del Luteciense, que corriendo desde el torrente de Llinas, en Vancells, llega a extinguirse aquí, cobijado por la serie Secundario-Ypresiense.

Bajo estas capas aparece un pequeño espesor de margas y areniscas estériles de colores rojizos y cuyo aspecto es oligoceno. Un vallecito relleno del derrubio de la montaña separa estas capas de los conglomerados de base del Oligoceno, que tienen una posición casi vertical. Sobre ellas se apoyan, muy discordantes, las grandes masas de conglomerados que se extienden hacia el Sur.

La interpretación tectónica de este corte es, a nuestro juicio, como sigue:

La serie secundaria, coronada por las calizas ypresienses, ha resbalado sobre el Keuper en dirección al S., cobijando la mancha luteciense que desde el torrente de Llinas se extiende hasta San Lorenzo (fotografías 5 y 7).

Se reproduce en San Lorenzo el mismo fenómeno que hemos estudiado en Berga, pero el desplazamiento del Se-

cundario sobre el Eoceno es aquí mayor, de modo que éste llega a desaparecer enteramente. Al llegar al valle del río Cardoner, el Luteciense está sumamente roto y trastornado por efecto de la cobijadura. Desde Pedrá hacia el Sur, la mancha luteciense va desapareciendo gradualmente bajo el Secundario, se hace muy estrecha y, finalmente, desaparece totalmente unos 100 metros al Oeste del corte que acabamos de describir.

El Eoceno descansa, según el corte, sobre el Oligoceno. Es la cobijadura que continuamente venimos observando. Las capas eocenas vienen, sin interrupción, cabalgando sobre el Oligoceno, y aquí observamos este fenómeno por última vez hacia el Oeste, porque los conglomerados transgresivos lo ocultan en esta dirección.

La Sierra de Querol

La serie Secundario-Ypresiense se presenta con una gran uniformidad, especialmente en la Sierra de Querol. Como ya hemos visto, está coronada por las calizas ypresienses de alveolinas. Por debajo aparecen contorneándola, con gran regularidad, los diversos tramos secundarios. La collada que separa la Sierra del Querol, del Monte Subirá (figuras 1 y 4 de la lám. III y fotografía 7) está al nivel del contacto Garumnense-Maastrichtiense. El Garumnense está constituido allí por tierras sueltas de color vinoso y margas de tonos rojos, verdes y amarillos. Las capas forman, al pasar al Subirá, un suave anticlinal, cuya charnela, constituida por el Senonense, está en la collada.

Por debajo del Cretáceo aparece el Triásico a uno y otro lado de la collada. Hacia el E. constituye el fondo del barranco de las Fonts de San Juan. Aparece con facies de Keuper, constituido por margas abigarradas sueltas o com-

pectas, que contienen yesos en algunas localidades. También se mezclan con las margas unas areniscas silíceas blancas o de color rosado. En la base del Keuper se presentan en forma discontinua unos bancos calizos de facies algo variables, pero siempre muy plegados. Generalmente están constituídos por capas hojosas de estratificación muy fina y regular, dobladas repetidamente en finos y apretados pliegues. Su color es amarillento y, a veces, son oscuras y fétidas. Tienen el aspecto de otras que hemos visto en la misma posición y disposición en Alós de Balaguer y que se atribuyen al Muschelkalk.

Esta banda triásica se extiende en forma discontinua, rodeando la Sierra de Querol hasta Pedrá, donde contiene abundantes jacintos.

Al N. de la collada reaparece el Keuper (fot. 9), rellenando el barranco de Odén hasta la falda de este monte, donde está en contacto con las calizas de alveolinas. Está constituido allí por margas grises hojosas bien estratificadas, oscuras o abigarradas, con yesos blancos en masa.

El monte Subirá

Las mismas capas que venimos describiendo forman el monte Subirá, pero su estructura es más complicada por serlo los plegamientos, así como por la presencia de diversos tramos oligocenos en su flanco Sur (fot. 7).

El corte de la fig. 4 (lám. III) da idea de su estructura. El amplio puente anticlinal que une Querol con Subirá, se rompe, volcándose hacia el Sur sobre sus mismas capas, las cuales forman un pequeño sinclinal roto en la parte más profunda del barranco (1). Las capas se continúan hacia el

(1) Este detalle, por su pequeña escala, no ha sido representado en el corte, pero se aprecia bien en la fotografía.

Sur, donde se estrellan contra los conglomerados oligocenos que con gran espesor forman la vertiente SE. del Subirá, en estratos próximamente horizontales, salvo en el contacto con el Secundario, donde debido a la presión de éste alcanzan bruscamente buzamientos de 45°.

Estos conglomerados descansan sobre la alternancia de margas, areniscas y conglomerados en bancos de escasa potencia, que constituyen la facies típica de la gran masa oligocena de la cuenca del Ebro. Sus inclinaciones son muy pequeñas.

Rodean sus capas toda la falda Sur del monte Subirá y, a su vez, están enmarcadas por los conglomerados ricos en canto paleozoico, que constituyen la última e importantísima aportación detrítica en toda esta región.

En la falda Sur del Subirá, y al Norte del barranco de Lladurs, hemos encontrado unos bancos de caliza (señalados en la figura 1 de la lám. III con el símbolo X), sobre los que nos parece que no se ha llamado nunca la atención.

Sus características son las siguientes: calizas blancas de grano fino bastante cristalinas; parecen pasar a conglomerados muy compactos de canto y cemento calizos; aparecen interestratificadas con el Oligoceno, pero si bien este fenómeno de la existencia de bancos calizos muy cristalinos interestratificados en facies detríticas lo hemos visto una vez en los conglomerados de base oligocenos cerca de Oliana, sorprende al no haberse visto nunca en las grandes extensiones que hemos recorrido de la facies roja oligocena. Por la falta de fósiles nos ha sido imposible determinar su edad, pero aceptando que no fuésen oligocenas habría que admitir aquí que este terreno es transgresivo sobre el Secundario, como efectivamente ocurre más al O., en la zona de Oliana. En este caso, estas capas, que se destacan muy claramente por su aspecto y color de la masa rojiza del Oligo-

ceno, podrían ser cualquiera de los tramos calizos que desde la caliza de alveolinas hasta las secundarias, se presentan en esta región, y que como ocurre muy claramente al Oeste del vértice Fosa, en las proximidades de Cambrils, o bien al pie del Coscollet, aparecen en ventanas de erosión bajo el Oligoceno.

Lamentamos que las circunstancias no nos hayan permitido estudiar con más detalle este afloramiento calizo, y decidimos por una u otra interpretación. De no tratarse de una intercalación en el Oligoceno, su interpretación tectónica exacta sería evidentemente difícil, como ocurre con la de todo el borde secundario, desde esta zona hasta la de Oliana.

Como indican las mencionadas ventanas de erosión, la transgresión de los tramos oligocenos y post-oligocenos es bastante profunda, y solamente es posible emitir hipótesis vagas, por lo que se refiere a la disposición del Secundario oculto, tanto más cuanto que ésta debe ser bastante compleja y variada.

La Sierra de Odén

Esta sierra se compone, en su parte baja, de las mismas formaciones secundarias que hemos descrito para las sierras de Subirá y Querol, de las que son continuación.

Las capas secundarias del arco anticlinal que une estas dos últimas sierras, y bajo el cual aparece el Triásico, forman la base de la Sierra de Querol en su parte Oeste (lámina III, fig. 1 y fot. 9) y corren en dirección Norte. Atraviesan el barranco de Odén cerca de su origen y se estrechan contra las potentes bancadas ypresienses que forman la ladera Sur de la Sierra de Odén. Estas calizas ypresienses parecen haber descendido por falla, hasta ponerse en contacto con el Keuper a lo largo del barranco de Odén.

Las mismas capas secundarias corren por la falda Norte del monte Subirá, en dirección a Oeste. Buzan unos 40° en esta dirección y la serie se presenta muy regular y completa: en contacto con el Keuper están los bancos de calizas senonenses, encima el Garumnense, y sobre éste, el Ypresiense con calizas de alveolinas que llegan hasta la cumbre del monte Subirá (fot. 9).

Estas capas forman evidentemente el flanco Sur de la prolongación del arco anticlinal, varias veces mencionado. El flanco Norte ha desaparecido parcialmente en la falla que coloca las calizas de alveolinas de Odén en contacto con el Keuper. Esta falla termina al Este de la Masía del Call de Odén (fot. 8), y allí aparecen muy rotas y discontinuas al principio, y siempre bastante trastornadas, las mismas capas que más o menos paralelamente corren en la falda del Subirá, y con las que forman el anticlinal en cuya charnela desmantelada aparece el Triásico.

Las capas de la falda Sur de este anticlinal, que, como hemos dicho, buzan unos 40° al Sur en las laderas del Subirá, aumentan rápidamente la pendiente hacia la base de este monte, de modo que en el sitio donde el barranco de Odén, cambiando bruscamente de dirección, se dirige al Sur rodeando el Subirá, las capas están en posición vertical, y al otro lado del barranco están ya volcadas (fot. 8), de modo que las calizas de alveolinas soportan el Garumnense, y éste a su vez el Senonense. En pocas localidades a lo largo de tan extensa zona, como vamos describiendo, se observa paso a paso, tan claramente como en esta garganta de Odén, la tendencia a volcarse hacia el Sur que tiene todo el borde. La fotografía y el croquis que la acompaña muestran claramente esta disposición. Al Sur las masas de conglomerados transgresivos van cubriendo el pliegue y van desapareciendo sucesivamente bajo aqué-

llos, primero las capas del flanco Sur, luego las del flanco Norte.

Pasada la localidad de Odén, hacia el Oeste, las capas de la falda Norte aparecen con mayor regularidad, pero todavía bastante trastornadas. A partir del Keuper, que se encuentra casi completamente cubierto bajo el aluvión de la montaña, aparecen el Senonense y el Garumnense (fotografías 8 y 9). No hemos podido apreciar si las calizas de alveolinas descansan sobre este Garumnense en forma normal. Por un lado parecería ser así, por ser este el orden de sucesión normal de los tramos. Pero la regularidad evidente de las capas ypresienses no está muy de acuerdo con los trastornos y posición, a menudo vertical, de las capas secundarias. Además, junto con las capas garumnenses aparecen otras de aspecto distinto, de margas rojas con yesos, y aunque el Garumnense también puede contenerlos, nos inclinamos a pensar que realmente se trata de asomos de Keuper. Posiblemente se prolonga hasta aquí la falla de Odén. La figura 27 de la obra de BIROT [4], representa, a nuestro juicio, con exactitud las circunstancias que allí se presentan.

De Odén a la Sierra del Turp

Pasada la zona que hemos descrito, los conglomerados avanzan sobre el pliegue de Odén, hasta llegar a las calizas de alveolinas, sobre las que se apoyan (fot. 6). Estas grandes masas de calizas de alveolinas están plegadas, pero los plegamientos son amplios y las capas corren con gran regularidad.

A la altura de Cambrils (fig. 1 de la lám. I y fot. 10), los conglomerados transgresivos forman un entrante. Bajo ellos aparecen de nuevo las calizas secundarias y las de alveoli-

nas. El Keuper rellena el valle de Cambrils con sus margas rojas y yesos variolados, y allí, además, con manifestaciones salinas. Probablemente una fractura importante pasa por este valle de Cambrils, pues la correspondencia de las capas a uno y otro lado es confusa. A la dificultad de interpretación se une la de observación, pues los conglomerados rodean enseguida las formaciones, e impiden formar una idea clara del conjunto. Por otra parte, nuestra visita a esta zona fué demasiado rápida, y sus dificultades exigen más tiempo que el que nos ha sido dado dedicarle.

Las capas que se presentan en Cambrils son las mismas que conocemos y hemos descrito al detalle en la Sierra de Querol, a saber: las margas y calizas senonenses, el Garumnense y las calizas de alveolinas ypresienses. No hay grandes novedades en sus características, si exceptuamos el hecho de que el tránsito del Garumnense al Ypresiense es aquí marcadamente gradual. Margas rojas del mismo aspecto y, a simple vista, idénticas a las garumnenses contienen gran cantidad de alveolinas.

Las capas del lado Oeste del valle están constituídas por la misma serie normal, del Triásico al Eoceno inferior. Estas capas son ocultadas por las enormes masas de conglomerados del vértice Fosa, en la Sierra de Cambrils, pero reaparecen en la falda Sur de aquella cumbre, como ya hemos mencionado anteriormente, por una gran ventana de erosión que se abre sobre el barranco de la Mora Condal.

La exigüidad de los afloramientos y las dificultades de acceso dificultan la identificación de las diferentes manchas de calizas, pero dada la continuidad de las corridas poco más al Este, en Cambrils, es de suponer que se conserven sus posiciones relativas.

Más hacia el Este se presentan las enormes masas de conglomerados de la Mora Condal y de la Loma dels Ca-

nals. Cuando encontramos de nuevo al Secundario es ya en la orilla del Segre y esta zona la vamos a estudiar a continuación.

5. La zona inmediatamente al Sur de las sierras del Turp y de Aubens

Vertiente Sur de las sierras del Turp y Aubens y Sierra de Peramola

De toda la zona objeto de estas notas, es en Peramola donde el Secundario se extiende más hacia el Sur y, al mismo tiempo, donde la cobijadura del Terciario bajo aquél es más patente. Hacia el Norte, el accidente se complica con múltiples roturas, que se observan principalmente al pie de la Sierra de Aubens.

La región que vamos a describir comprende la vertiente Sur de la Sierra de Aubens, desde el Segre hasta el meridiano de Coll de Creus y la totalidad de la Sierra de Peramola. A ambos lados de estos límites no se puede observar tan claramente el contacto del Secundario con el Terciario, pues aparece cubierto por los conglomerados transgresivos, que ocultan casi totalmente los accidentes tectónicos. En la figura 1 de la lámina IV aparece, a escala 1 : 50.000, el detalle de esta zona (fot. 11).

La interesante estructura de estas sierras, ha hecho que los geólogos que han visitado la vertiente Sur de los Pirineos se detengan con preferencia en el estudio de ellas; especialmente FALLOT y ASTRE, y posteriormente BIROY, han trazado cortes en esta zona.

Está integrada por los siguientes terrenos:

TRIÁSICO. — Aparece constituido por margas rojas del





Fig. 1
 Curvas de nivel cada 100 metros
 Escala 1:50.000

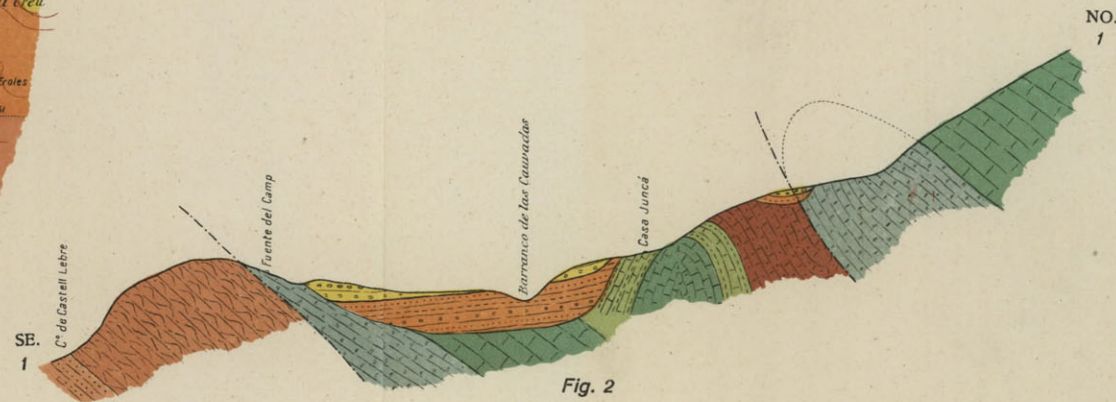


Fig. 2

Verticales-Horizontales
 Escala 1:20.000

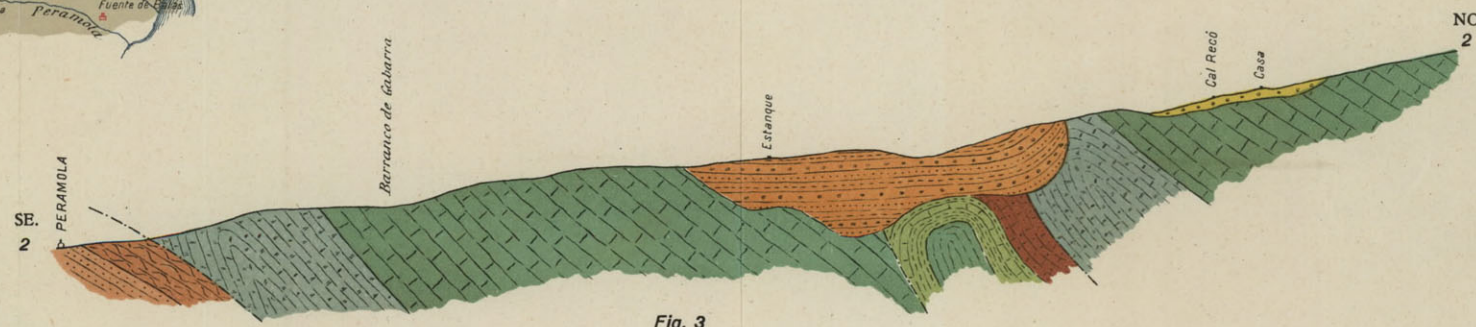


Fig. 3



Tosal

Keuper, en estrecha fajita que pasa por el kilómetro 94,300 de la carretera de Puigcerdá; queda cortada por el río Segre y se extiende a ambos lados de éste; sigue hacia el NE. próxima al cauce del río, y se oculta bajo el Oligoceno cerca de la casa de Bastigas.

Al Oeste del kilómetro 94 existe una pequeña cantera, en la que aparecen los yesos con estratificación bastante apreciable que parece describir un anticlinal agudo.

Al E. del río señala Biror la presencia de jacintos de Compostela, que a nosotros nos pasaron inadvertidos.

LIÁSICO.—En este terreno, bastante fosilífero, hemos distinguido tres tramos de desigual importancia por su potencia.

El más importante, situado a la base del sistema, consiste en una serie de capas calizas, de color gris amarillento, en general bien estratificadas y dispuestas en bancos duros y compactos; se puede apreciar la abundancia en ellas de restos fósiles, en general difíciles de obtener. Hemos clasificado los siguientes:

Terebratula punctata, Sow.

» *sub-punctata*, Dav.

» *edwardsii*, Dav.

además hay restos de *Rhynchonellas*, *Belemnites* y *Pecten*.

Fósiles de este nivel, correspondientes al Lías medio, los hemos recogido en las siguientes localidades: garganta del barranco de Gabarra, inmediatamente al O. de Peramola; mancha liásica del kilómetro 94 de la carretera; pie de la cota 1.190 al N. de la casa Juncas; barranco de Cotarroig, a la altura de la casa Llac, y precisamente del lado de esta casa.

Por encima existe un nivel de margas arcillosas, amarillentas o azuladas; tienen menor potencia que las anteriores, y se encuentran en ellas, distribuidas con gran regularidad y abundancia las siguientes especies:

Zeilleria jauberti, Desl.

Rhynchonella cynocephala, Rich.

» *bouchardi*, Dav.

» *vasconcellosi*, Choff.

Spiriferina villosa, Quenst.

En unos horizontes arcillosos más altos se encuentran dos banquitos con gran profusión de *Griphea sub-lobata*, Desh.

Estos niveles corresponden al Lías superior. Se han identificado en las siguientes localidades:

Al N. de casa Ampurdanés de Pallerols. En los alrededores de la casa de San Marc, cota 1.085 de San Marc (en todas estas localidades están acompañadas de formaciones lateríticas, que en la casa de San Marc, por su riqueza relativa, se pueden considerar como bauxitas y han sido objeto de un registro de explotación). En la senda que sube desde Cal Boix de Peramola a la fuente de la Serra (cota 961 al Sur de Castell-Llebre), donde están en contacto inmediato con los conglomerados de base oligocenos. Además, en la mancha liásica al O. del kilómetro 94. En la mancha liásica al SE. de Cal Recó. En la gran mancha liásica que la carretera de Puigcerdá corta diagonalmente, y en cuyas trincheras se pueden recoger estos fósiles con suma facilidad.

Unas capas de calizas dolomíticas, de colores grises oscuros o rojizos, oquerosas y mal estratificadas, que se encuentran por encima, y constituyen el límite superior de

esta formación, no tienen fósiles y generalmente se atribuyen a la base del Dogger.

Así pues, el Lías constituye una mancha estrecha y larga que se extiende por toda la Sierra de Peramola, desde Pallerols hasta las Casas de Tarragona. Otra pequeña manchita se extiende en igual forma al SE. del Keuper antes citado. La mancha liásica más importante constituye el pie de la falda SE. de la Sierra de Aubens, desde cerca de la casa de San Pau hasta el río Segre. Esta mancha se prolonga hacia el NE., cruzando el río, y con las mismas características está formando la base de la Sierra del Turp hasta cerca de la collada del camino que va desde Las Anobas a Llinas.

Al SO. se oculta esta mancha liásica bajo el Oligoceno y bajo los conglomerados del Saltan de Grameneras, y reaparece en dos pequeñas manchitas al Sur de Cal Racó, donde se conserva la alineación de la corrida anterior.

CRETÁCEO SUPERIOR.—Sobre el Lías, y al parecer en concordancia, descansa el Senonense, en una potente serie de calizas que alcanza hasta las cumbres de la Sierra.

Son calizas duras y cristalinas, a veces arenosas, en bancos regulares, firmes y compactos. Los colores son, en general, grises azulados, claros o rojizos. Presentan intercalaciones margosas de colores grises oscuros, con nódulos y riñones.

Los fósiles recogidos por nosotros en estas formaciones son principalmente rudistos, y las secciones de *Hippurites*, muy abundantes, sirven para identificar estas capas, si bien a menudo no se pueden extraer ni clasificar.

A lo largo de la carretera de Puigcerdá hemos recogido y clasificado las siguientes especies:

Orbignya maestrei, Vidal.
 » *radiosa*, Des Moul.
Vaccinites sulcatus, Lef.
Neitea cuadricostata, Sow.
Lima, sp.

El Segre y la carretera de Puigcerdá cortan casi normalmente esta potente serie, que como se deduce de los fósiles clasificados, comprende los distintos niveles del Senonense; éstos están dispuestos en bancos muy regulares y bien estratificados, cuyo buzamiento se inclina constantemente hacia el cuarto cuadrante.

La serie senonense se extiende hacia el O. en una ancha faja que alcanza hasta la cumbre del Coscollet, descansando sobre el Jurásico, si bien en algunos puntos el borde queda oculto bajo el Oligoceno transgresivo.

Al E. del Segre se continúa este terreno sin interrupción, en disposición análoga, por toda la parte alta de la Sierra del Turp.

Descendiendo el curso del Segre, las capas con *Hippurites* llegan hasta el kilómetro 97,300 de la carretera. Por debajo del Senonense señala DALLONI unos niveles urgoaptenses con orbitolinas, toxaster, requienias, etc., que nosotros no hemos visto, sin duda por habernos pasado desapercibidos. En este caso habrá que considerar la faja de terreno comprendida entre el punto antes señalado y el límite del Jurásico, a lo largo de éste, como perteneciente al nivel urgo-aptense. Pero en todo caso podemos afirmar que su potencia debe ser muy reducida, por cuanto que los límites reseñados por nosotros están claramente determinados paleontológicamente.

A ambos lados de la banda liásica de la Sierra de Peramola aparecen las calizas senonenses al E. y S. del Picó de

San Marc, con potencia y extensión reducidas, y ocupando una mayor superficie al Norte y al Oeste.

Las hiladas inferiores son poco fosilíferas y sólo en algunos puntos, a ambos lados del Lías, contienen orbitoides. En los niveles intermedios se intercalan entre los potentes bancos de calizas algunas capas de calizas arenosas y areniscas poco consistentes, que contienen abundantes ejemplares de *Hippurites vidali*, Math., tanto al E. de la cota 1.085 de San Marc, donde constituyen un verdadero banco, como al N. de la casa de Mollesi.

GARUMNENSE.—Entre la falda S. del Coscollet y Castell-Llebre, existe una zona muy trastornada. En ella aparecen retazos de estratos diferentes, en posición muchas veces vertical, y de difícil interpretación, recubiertos además a trechos por el Oligoceno transgresivo.

Esta confusa formación, que se extiende desde La Penella hasta casa Juncas, está constituida por una estrecha franja de margas rojas de tono muy subido. Su estratificación no es visible más que en algunos sitios, en que aparecen intercalados bancos de areniscas de color rojizo o verdoso, como sucede cerca de las casas de Juncas y de Jou, presentando fuertes pendientes hacia el Norte.

Estas margas rojas forman el fondo de un vallecito, limitado al N. y al S. por dos corridas de calizas. Estas calizas, de coloración gris, son algo fétidas y aparecen en forma de rosario. Están muy milonitizadas y la apreciación en ellas de buzamientos y direcciones es difícil. Las atribuímos, lo mismo que las capas rojas, al Garumnense, pero en el mapa las hemos diferenciado de éstas con objeto de acusar mejor su forma de presentación.

EOCENO.—Inmediatamente al N. de la corrida garum-

nense se extiende otra estrecha faja de maciños, con bancos calizos intercalados. Son de colores amarillentos o verdosos. Corren desde el barranco de la Ribalera hasta cerca de casa de Llac, al Noreste. Los estratos aparecen en posición vertical, o con fuertes buzamientos al Norte.

Estas capas han sido mencionadas por BIROR en casa Juncas. Las considera como montienses; sin embargo, en un reconocimiento bastante minucioso que hemos hecho de esta zona, hemos encontrado en esas capas: alveolinas; secciones de *nummulites* del tipo granuloso, de un tamaño medio; *Assilina leymeriei*, d' Arch.; *Operculina douvillei*, Donc, con algunas otras especies de foraminíferos pequeños, además de restos de ostreas, sérpulas, cidaridos, etcétera. Esta fauna nos clasifica este nivel como Ypresiense.

Al SE. de la Sierra de Peramola, y separada de ella por una formación de conglomerados oligocenos, aparece el Eoceno constituido por sus niveles más altos, con una fauna de foraminíferos y coralaris especialmente, que hemos señalado en trabajos anteriormente publicados (1).

OLIGOCENO.—En el Oligoceno podemos diferenciar tres facies de características distintas. En la base del Oligoceno, y apoyándose sobre el Eoceno sin discordancia visible, hay una formación de conglomerados; su canto es predominantemente calizo, pero localmente contienen también canto paleozoico. Su distribución es irregular, y probable-

(1) A. ALMELA y J. RÍOS: «Una nueva especie de *Discocyclina*.....». Notas y comunicaciones del Inst. Geol. y Minero, n.º 10. 1942.

A. ALMELA, J. RÍOS y J. GARRIDO: «Una interesante asociación fósil de un coralaris y una orthofragmina». Bol. Soc. Esp. de Historia Natural. 1943.

mente faltan en muchas áreas. Su potencia se extingue rápidamente hacia el Sur.

Sobre estos conglomerados se desarrolla la típica alternancia de bancos de margas, areniscas y conglomerados de color más o menos rojo, que alcanza una enorme potencia en la cuenca del Ebro.

Este típico Oligoceno soporta una serie de conglomerados difíciles de separar y delimitar y en cuya descripción no nos detendremos por ahora, porque van a ser objeto de estudio en otro apartado.

Los dos tramos más altos son transgresivos sobre las masas secundarias, en las que se apoyan en forma discordante. Rellenan todo el espacio comprendido entre las sierras de Peramola y Aubens, y se extienden por el Sur de la del Turp, prolongando la gran masa de conglomerados que hemos mencionado al Sur de Cambrils.

Disposición tectónica

El cabalgamiento que venimos estudiando desaparece en muchas áreas de esta zona bajo el Oligoceno, y no se pueden estudiar, por consiguiente, su estructura y contornos más que de una manera discontinua.

La cobijadura, que en Odén está constituida por un pliegue de pequeña amplitud, adquiere al llegar a esta zona mayor complejidad, tanto por multiplicarse los pliegues como por aumentar el número y, sobre todo, el espesor de las formaciones afectadas.

De la serie de pliegues en que se desdobra la cobijadura, los más importantes, por su amplitud, son los que constituyen las sierras de Aubens y Peramola, y los demás pueden considerarse como inflexiones de estos mismos plie-

gues. Estos pliegues secundarios están además, casi siempre, anegados bajo los depósitos del Oligoceno.

Los cortes 1 y 2 de la lámina IV nos dan una idea muy representativa del detalle de esta disposición que acabamos de mencionar, especialmente el corte 1, en que se aprecia la multiplicidad de pliegues a que hacemos referencia.

El pliegue del Coscollet se señala por las calizas senonenses, que con gran regularidad y uniformidad forman la falda N., y por la existencia de las calizas liásicas verticales en la charnela.

Al S. del Lías, y quedando oculto el contacto por un depósito oligoceno, aparecen en serie normal el Ypresiense y las calizas y margas garumnenses, que han sido pellizcadas entre el pliegue anterior y la Sierra de Peramola, formando un anticlinal agudo y muy comprimido, de modo que las capas que lo forman están sumamente trituradas y sus buzamientos son cercanos a los 90°.

Al S. de este pliegue, y sobre las calizas de casa Juncas, aparecen unos bancos de conglomerados de cantos calizos, que atribuimos a la base del Oligoceno por su analogía con los que aparecen más al Sur. El pliegue desplomado que constituye la Sierra de Peramola, aparece muy incompleto y laminado. Solamente aparece el Lías en una estrecha faja, que buza al N. y se apoya, cabalgando, sobre los conglomerados de base del Oligoceno, que allí constituyen la masa principal de la Sierra. En el contacto entre las dos formaciones aparecen las calizas, milonitizadas y con abundantes señales de resbalamiento.

En el espacio comprendido entre estos dos pliegues, el Oligoceno aparece apoyándose discordantemente sobre los conglomerados de casa Juncas y sobre las calizas liásicas.

Más al O. de este corte, recubre además el Oligoceno

el pliegue intermedio, formando suaves ondulaciones, y enlazando con la corrida situada más al Norte.

Más al NE., y ya en el Segre, el plegamiento más violento de la Sierra de Aubens hace aparecer en el río una faja de Keuper, limitada a ambos lados por el Liásico. En el corte n.º 2, el pliegue de la Sierra de Aubens se presenta en idéntica forma, pero recubierto en grandes trechos por el Oligoceno, que oculta enteramente el pliegue intermedio. Este, no obstante, se ha representado por tener suficientes motivos para suponer su continuidad.

El pliegue de la Sierra de Peramola aparece más completo que en el corte anterior. La falda N. está constituida por las calizas senonenses, con gran potencia, y la charnela por el Liásico. Todo el pliegue aparece volcado y arrastrado sobre su flanco Sur, que ha desaparecido en la cobijadura. El anticlinal cabalga, igualmente, sobre los conglomerados de base oligocenos, que aquí tienen una potencia mucho menor.

Este mismo pliegue aparece mucho más completo en dirección a San Marc, donde las calizas senonenses se repiten a uno y otro lado de la charnela liásica, buzando siempre al NO. Además, en la garganta del barranco de Gabarra, al Norte de Peramola, se aprecia la existencia en el Liásico de un pliegue volcado, perfectamente marcado en la estratificación.

El Oligoceno, que rellena la depresión entre las sierras de Peramola y Aubens, se presenta en general con plegamientos suaves, y en extensiones relativamente amplias es prácticamente horizontal; en grandes rasgos forma un suave sinclinal. No obstante, los bordes de esta formación aparecen brusca y violentamente plegados (fotografía 11) en contactos con las murallas secundarias de Aubens. Únicamente los tramos altos, consistentes en conglomerados,

son horizontalmente transgresivos sobre todas las formaciones.

Al E. del Segre, la Sierra del Turp prolonga el pliegue recostado de la Sierra de Aubens; sus capas son continuación perfecta de las de Aubens, conservando su regularidad y uniformidad. Como allí, la falda S. queda oculta bajo el Oligoceno.

Sólo en las proximidades de San Juan aparece un retazo del Lías (fig. 1 de la lám. I) del flanco S., y en la charnela una pequeña mancha de margas del Keuper con yesos y jacintos.

Desde el borde de la Sierra, hacia el Sur, queda todo cubierto bajo el Oligoceno, pero cerca del vértice Fosa la erosión hace aparecer entre los conglomerados unas pequeñas manchas de calizas cretáceas y de alveolinas, lo cual nos hace suponer que sean la prolongación del accidente de la Sierra de Peramola, y que, por lo tanto, el borde de la cobijadura está situado más al Sur de estos asomos y queda oculto bajo el Oligoceno. Esto se deduce todavía más lógicamente por las direcciones de las formaciones.

4. El problema de los conglomerados

Intencionadamente hemos dejado aparte el estudio detallado de las formaciones posteriores al Eoceno, cuya constitución y disposición, con características propias, hubieran hecho muy confuso su estudio en conjunto con el de las otras formaciones.

Entre las formaciones posteriores al Eoceno podemos distinguir cuatro facies distintas:

- a) Conglomerados de la base del Oligoceno.
- b) Facies típicamente oligocenas.
- c) Conglomerados altos del Oligoceno.
- d) Conglomerados supra-oligocenos.

a) Conglomerados de la base del Oligoceno

Es una formación discontinua, y que se extingue rápidamente hacia el S. a partir del borde. La existencia y posición de estos conglomerados se aprecia especialmente bien en el anticlinal de Oliana (figs. 2 y 3 de la lám. IV), en el que estos conglomerados reposan sin discordancia sobre el Bartonense, muy bien determinado por sus fósiles (1). En la falda N. de este anticlinal la potencia de estos conglomerados es muy grande; en el flanco S. el espesor es muy pequeño y llega a anularse. Se puede seguir perfectamente el decrecimiento gradual, pero rápido, del espesor en dirección Sur, que se verifica en un espacio sorprendentemente estrecho.

Estos conglomerados son más bien de canto calizo, si bien localmente puede incluso abundar el canto paleozoico. El tamaño de los cantos varía, desde muy pequeño hasta de unos 20 centímetros de grueso, predominando estos últimos. El canto está poco trabajado y fuertemente consolidado por un cemento calizo muy compacto, de modo que en general la roca se desgasta por igual, sin destacar los cantos. Por los fósiles que contienen se aprecia que las calizas que han proporcionado los cantos son casi exclusivamente secundarias. Su estratificación, bien visible a lo lejos, es apenas apreciable a corta distancia.

Han sido plegados juntamente con el Eoceno.

(1) DALLONI [1], ALMELA y RÍOS, loc. cit.

Probablemente pertenecen también a esta formación los conglomerados que afloran a lo largo de la charnela del pliegue fallado que va desde Berga hasta San Lorenzo de Morunys (fig. 1 de la lám. I), si bien la proporción de canto paleozoico en éstos es bastante mayor. Más al E. de Vilada ya no los hemos encontrado; tenemos la evidencia de que esta formación está muy localizada, pues en general la facies típica oligocena descansa sobre otra eocena muy parecida, pero que se puede clasificar por la presencia de varias especies de *nummulites* y sobre la que descansa sin discordancia muy sensible.

b) Facies típicamente oligocena

Esta facies, que constituye casi exclusivamente el relleno de la cuenca del Ebro, es la que más caracteriza el Oligoceno, pues las otras dos son formaciones accidentales de borde.

Estos terrenos están formados por una alternancia de areniscas (que cuando son micáceas llegan a constituir verdaderas arkosas grises), arcillas y conglomerados de canto redondeado y pequeño. Estos conglomerados varían de composición a medida que nos desplazamos del borde al centro de la cuenca. En el borde están constituidos por cantos paleozoicos y calizos en proporciones variables, y a medida que nos alejamos del borde aumenta la proporción de los primeros. El tamaño de este canto va disminuyendo en la misma dirección, pasando de mediano y pequeño hasta gravilla y finalmente a areniscas. El cemento es arenoso. El color de estas formaciones es, en su conjunto, rojizo. Los bancos son, en general, de poca potencia y alternan muy repetidamente. Hacia la base de esta formación se encuentran los yesos, que tanto desarrollo alcanzan,

junto con las sales, en el centro de la cuenca. En la zona que estamos describiendo, estos últimos aún carecen de importancia, pues se encuentran en muy raras ocasiones. Al S. de Peramola (fig. 1 de la lám. IV) se encuentra una zona yesífera de poca importancia, que se inserta entre esta formación y la descrita anteriormente. No se han observado en ninguna otra localidad de la zona estudiada en este trabajo.

El paso de esta formación a la anteriormente descrita es, a veces, gradual y no muy bien definida, como se puede observar perfectamente en el flanco Sur, al extremo Oeste del anticlinal de Oliana.

Todas estas formaciones, así como el problema de los conglomerados, han sido estudiadas y descritas muy detalladamente por A. MARÍN [7 y 8] en diversos trabajos.

c) Conglomerados altos del Oligoceno

Las típicas formaciones oligocenas, que según las características que acabamos de describir corren desde Berga hasta San Lorenzo de Morunys (fig. 1 de la lám. I), están coronadas por unos bancos potentes y regulares (fot. 4), que se destacan muy marcadamente en la topografía de la región. Son bancos de conglomerados, constituidos principalmente por canto paleozoico de dimensiones muy variables y que pueden llegar hasta el tamaño de un metro. Abunda en ellos el canto granítico.

Esta formación se destaca con una personalidad muy neta con respecto de la anterior. Su estratificación es concordante y muy regular.

A ella atribuimos también los conglomerados de mismas características situados al pie de Subirá (fot. 7), que descansan igualmente sobre el Oligoceno típico. Otra mancha

importante de estos conglomerados es la que corona la potente formación oligocena del sinclinal al N. de Vilada, y comprendida entre esta población y Montgrony. Descansa igualmente concordante sobre el Oligoceno típico, y es aquí donde el tamaño de los cantos es mayor y donde abunda más el elemento granítico.

d) Conglomerados supra-oligocenos

Desde Oliana, hasta poco más al E. de San Lorenzo de Morunys, existe una sorprendente formación de conglomerados de características muy curiosas. Se compone, casi exclusivamente, de conglomerados de canto paleozoico, generalmente muy bien redondeado. Su cemento, al igual que el de los anteriores conglomerados, es arenoso. El aspecto de todos estos conglomerados es, por consiguiente, muy parecido. Cuando se presentan simultáneamente son muy difíciles de diferenciar. Su característica más notable es la falta de estratificación aparente, de modo que se aprecian espesores de varios cientos de metros con una homogeneidad tan grande que parecen constituidos por un solo banco. Observados desde grandes distancias, sin embargo, se adivina en ellos indicios de estratificación.

Estos conglomerados aparecen discordantes sobre todas las formaciones que se han mencionado. Sus pendientes son siempre suaves y aparecen como plegados en forma de arcos anticlinales muy amplios, que quizás no son sino el reflejo a través de su sedimentación de los pliegues de forma más aguda que están debajo.

Proviene, al parecer, de una aportación muy rápida de grandes cantidades de canto que rellenaron una topografía de relieve muy acusado, existente anteriormente, en cuya apreciación hemos coincidido con BIROR [4]. Como conse-

cuencia de este hecho, el espesor de esta formación es muy variable e irregular. En la figura 4 hemos dibujado un corte hipotético que sintetiza las características de deposición que tienen estos conglomerados en diversas zonas de la región estudiada. Las fotografías 10 y 11 dan a conocer el aspecto de estos conglomerados y la fotografía 6, especialmente, su carácter discordante.

De no ser estos conglomerados tan parecidos a los del Oligoceno, especialmente a los superiores, que es con los que más se confunden (por la doble razón de su aspecto y posición estratigráfica), sería mucho más fácil separarlos y resultarían de mayor utilidad para obtener conclusiones geológicas y fisiográficas de lo que realmente son.

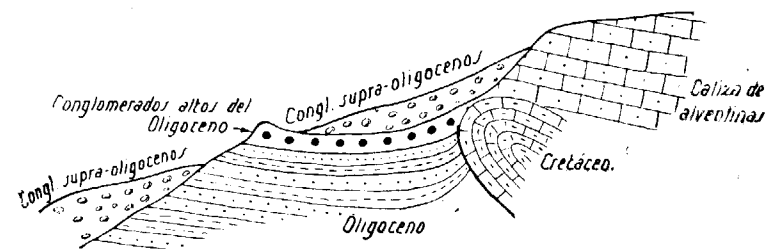


Fig. 4

e) Tectónica

La tectónica del Oligoceno presenta características de especial interés para la determinación de la edad de los plegamientos. Por las variaciones de su disposición con relación a las masas más antiguas, se deduce que los plegamientos han tenido lugar en épocas distintas, según las zonas. En la que está situada entre San Lorenzo de Morunys y Las Llosas (fig. 1 de la lám. I) el borde N. del Oligoceno aparece cabalgado por las formaciones más antiguas.

Junto al borde, los pliegues son muy agudos y están, a menudo, fallados. Hacia el S. van perdiendo intensidad los plegamientos, pasando a una zona de tránsito en que está prácticamente horizontal, a otra nueva zona, donde las direcciones de los plegamientos son variables y distintas, y tienen allí seguramente como causa los fenómenos tectónicos que son consecuencia de la presencia de grandes masas de yesos y de sal.

Un fenómeno muy notable, y que arroja mucha luz sobre la edad y la rapidez de los plegamientos, se manifiesta por una discordancia progresiva a lo largo del Oligoceno. Se aprecia generalmente en todo el borde de esta formación, pero especialmente en los alrededores de San Lorenzo de Morunys. El fenómeno ha sido estudiado y descrito con detalle por ASHAUER [2] (pág. 12), que da un esquema muy acertado sobre la constitución del cerro de la Creu de Cudo, si bien su clasificación cronológica es distinta de la nuestra. BIROT [4] estudió también el mismo fenómeno y lo describe con el nombre expresivo de «semi-concordancia».

Las fotografías 2 y 3 ilustran el fenómeno tal y como se presenta en la citada localidad. Consiste éste en que la sedimentación se verificó simultáneamente con los plegamientos, de modo que las capas de la base han ido alcanzando una inclinación cada vez mayor al mismo tiempo que se depositaban capas horizontales. Estas, a su vez, eran sucesivamente afectadas por el plegamiento, resultando una discordancia progresiva, apenas apreciable entre las capas sucesivas, pero que puede llegar a ser muy grande entre los extremos de la serie, es decir, entre las capas más antiguas y las más recientes. En la Creu de Cudo, y en espacio de pocos centenares de metros, se pueden medir, perfecta y sucesivamente, todas las inclinaciones intermedias entre los 90° y la horizontal.

5. Cronología y edad de los plegamientos.

Conclusiones tectónicas

Una vez analizada con detalle la estructura de las diversas zonas y la disposición de sus estratos, vamos a tratar de deducir cuál fué, para el conjunto, la índole y sucesión de los fenómenos tectónicos que los sacaron de su posición primitiva, transtornándolos.

Prescindiendo de los fenómenos anteriores a la época jurásica, de los que no vamos a ocuparnos, se puede afirmar que durante ella reinaron condiciones marinas, tanto de aguas profundas y costeras, según indican las facies observadas, como someras, que dieron origen a las calizas dolomíticas.

En el período de transición a la época cretácea, las formaciones lateríticas de San Marc indican la existencia de algunas zonas emergidas con régimen continental y condiciones climáticas favorables a una rápida e intensa meteorización.

La serie cretácea senonense, de carácter marino, aparece sobre la jurásica, existiendo por consiguiente una importante laguna estratigráfica (1). Al finalizar aquella época se inicia un régimen entre continental y marino, caracterizado por las formaciones mixtas del Garumnense.

El Eoceno se inicia por un avance de los mares, y re-

(1) El análisis detallado de las cuestiones paleogeográficas correspondientes al Jurásico y Cretáceo requeriría su estudio en zonas más extensas que las que hemos abarcado. Por eso sólo podemos apuntar algunas ideas que se deducen inmediatamente de nuestras observaciones; los lectores que quieran obtener una idea más completa pueden obtenerla en el análisis que hace ASHAUER [2] de la paleogeografía de todos los Pirineos Orientales.

versión en las áreas garumnenses a un régimen eminentemente marino. Este proceso está caracterizado por unos pequeños espesores detríticos, que soportan las formaciones marinas caracterizadas por las margas con *Ostreas*, *Nummulites* de pequeño tamaño, *Nautilus*, etc., y luego por los espesores (muy notables en la zona de San Lorenzo de Morunys) de calizas de alveolinas. Este régimen marino perdura a lo largo de los tiempos eocenos, con profundidades variables en las aguas, como indica la alternancia de sedimentos calizos, margosos y detríticos. No obstante, la presencia de los yesos, distribuidos, a nuestro juicio, en forma muy irregular desde el Luteciense hasta el Bartonense, según las zonas, indican que determinadas regiones, en general poco extensas, se mantuvieron emergidas. Este fenómeno tiene carácter local y duración restringida.

Vemos pues que, en general, la actividad orogénica desde el Cretáceo al Oligoceno es muy poco intensa en esta zona; predomina la actividad epirogénica y, como consecuencia, sólo existen discordancias amplias y poco acentuadas.

La actividad orogénica empieza a manifestarse a finales del Eoceno. En la zona próxima al Segre se aprecian claramente dos etapas muy distintas en los plegamientos. A principios del Oligoceno debió suceder un plegamiento que marcó dos anticlinales, correspondientes más tarde a las sierras de Aubens y de Peramola. La erosión de estas masas originó probablemente las de conglomerados de la base del Oligoceno, cuya existencia hemos señalado en Oliana (fig. 1 de la lám. IV). Este alzamiento se ha prolongado luego en dirección oriental, de modo que los estratos oligocenos de facies típicas, que simultáneamente se estaban depositando, han sido plegados sucesivamente, originán-

dose la discordancia progresiva que acabamos de citar, tanto menos marcada cuanto más se avanza hacia el Este.

Finalizando este período oligoceno, un recrudescimiento de la actividad orogénica correspondiente al período álgido de plegamientos alpinos de esta región, hace avanzar hacia el S., con empuje intenso, el borde secundario que se ha empezado a señalar en la etapa anterior. El Oligoceno se pliega hacia el S. en zonas extensas. Los pliegues de su borde se agudizan de tal modo que en muchas zonas se rompen. La masa secundario-eocena avanza sobre el Oligoceno aprovechando la plasticidad relativa de las margas eocenas. Con carácter más local avanza a su vez el Cretáceo sobre el Eoceno, resbalando sobre el Keuper.

En la zona del Segre se rejuvenecen los pliegues de Aubens y Peramola, comprimiendo y plegando los tramos oligocenos que mientras tanto se han depositado entre y alrededor de ellos, y, siguiendo la tendencia general, el borde S. de estas masas se vuelca con arrastre sobre el Oligoceno.

Una vez constituido todo este relieve, y después de actuar intensamente la erosión, se produce una rápida y considerable avalancha de material detrítico, que anega este relieve recién creado. El origen y causas de este fenómeno no parece tener una explicación muy sencilla, dado el volumen enorme de material y la rapidez evidente del transporte. En cuanto a su edad, muy bien pudiera ser, por su disposición, mioceno. ASHAUER [2] atribuye a esta edad una serie de conglomerados, entre los que se incluyen estos que nosotros hemos llamado supraoligocenos. Sin embargo, este autor reúne con ellos los conglomerados altos del Oligoceno, que, a nuestro juicio, tienen una edad y caracteres distintos.

Consideraciones finales

Nuestras investigaciones geológicas sobre la zona que acabamos de describir están de acuerdo, en líneas generales, con las interpretaciones tectónicas más modernas, expuestas en los trabajos que hemos citado. Creemos que la concepción general de la tectónica no experimentará cambios fundamentales cuando se lleven a cabo estudios con más detalle; sin embargo, los geólogos tienen un amplio campo de acción en el Pirineo, donde hay todavía tanto que analizar y precisar para llegar a una comprensión más profunda y exacta de esta interesante región.

No hemos querido exponer en este trabajo conclusiones paleogeográficas, ya que para poderlas obtener, y que sean interesantes, es necesario extender las observaciones a regiones más amplias.

Bibliografía que se menciona

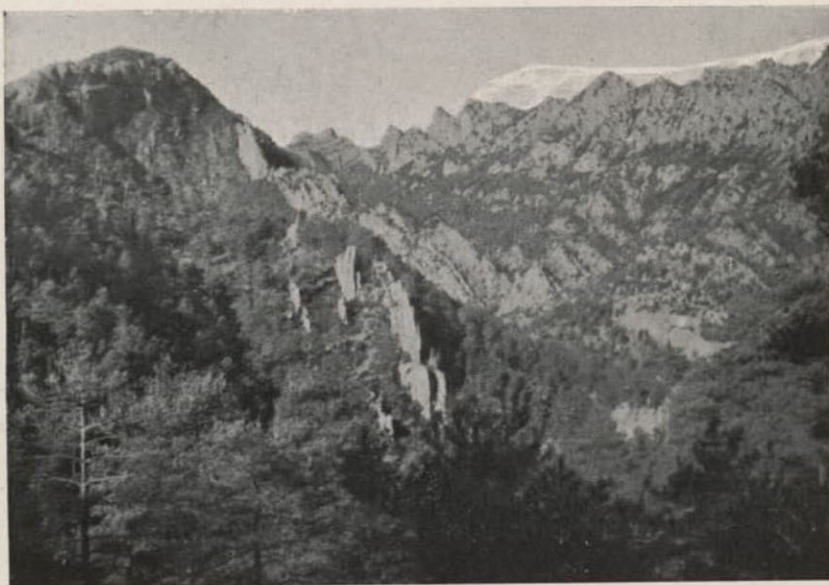
- [1] DALLONI. — «Etude géologique des Pyrénées catalanes». Alger, 1930.
- [2] ASHAUER (H.). — «Die östliche Endigung der Pyrenäen». Abh. Ges. Wiss. Göttingen. Math. Phys. Kl. III Folge. Berlín, 1934 (1).
- [3] ASHAUER (H.) y TEICHMÜLLER (J. S.). — «Die variscische und alpidische Gebirgsbildung Kataloniens». Abh.

(1) La traducción de esta obra, hecha por Ríos, ha sido entregada al Consejo Superior de Investigaciones Científicas, que la publicará en breve en su serie «Publicaciones alemanas sobre Geología de España».

- Ges. Wiss. Göttingen. Math. Phys. Kl. III. Folge Heft 16. Berlín, 1935 (1).
- [4] BIROY (P.). — «Recherches sur la morphologie des Pyrénées orientales franco-espagnoles». Thèse. Paris, 1937.
- [5] STILLE. — «Über Westmediterrane Gebirgszusammenhänge». Abh. Ges. Wiss. Göttingen. Math. Phys. Kl. N. F. 12. Berlín, 1927 (2).
- [6] ASTRE. — «Sur les unités tectoniques des Sierras del Cadí, de Port del Compte et de quelques massifs voisins». Comptes rendus Academie des Sciences, p.º 178, pág. 2.106. París, 1924.
- [7] A. MARÍN. — «Investigaciones en la cuenca potásica de Cataluña». Inst. Geol. España, Bol. XLIV. Madrid, 1923.
- [8] A. MARÍN. — «La Potasa». Inst. Geol. de España, Boletín XLVIII. 1926.

(1) Su traducción será publicada en la misma colección.

(2) Su traducción, por M. SAN MIGUEL DE LA CÁMARA, ha aparecido en el primer tomo de la serie citada. Publicaciones del Instituto «José Acosta». Octubre, 1942.



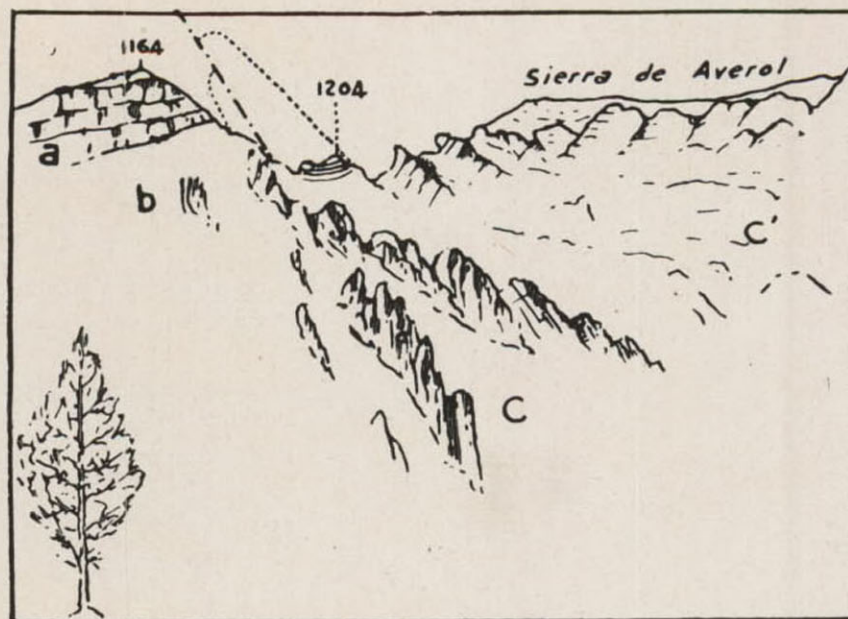
Punto de vista: En la hoja de San Lorenzo de Morunys, desde un punto alto situado en la orilla izquierda del río Aiguadora, frente a las Colladas y a la Ermita de San Pere Martí, y entre estos dos últimos puntos, mirando hacia el O.-NO.

Explicación: Los conglomerados altos del Oligoceno (a), con muy pequeña inclinación, coronan la serie oligocena, con sus facies roja (b), y de conglomerados de base (c), que están en posición vertical. Hay, pues, una discordancia muy marcada entre la base de la serie (c) y la cumbre (a) (discordancia progresiva).



Punto de vista: En la hoja de San Lorenzo de Morunys, desde la cota 1.033 en las casas de Llobetas, al E. del término de Busa, y mirando al O.-ON.

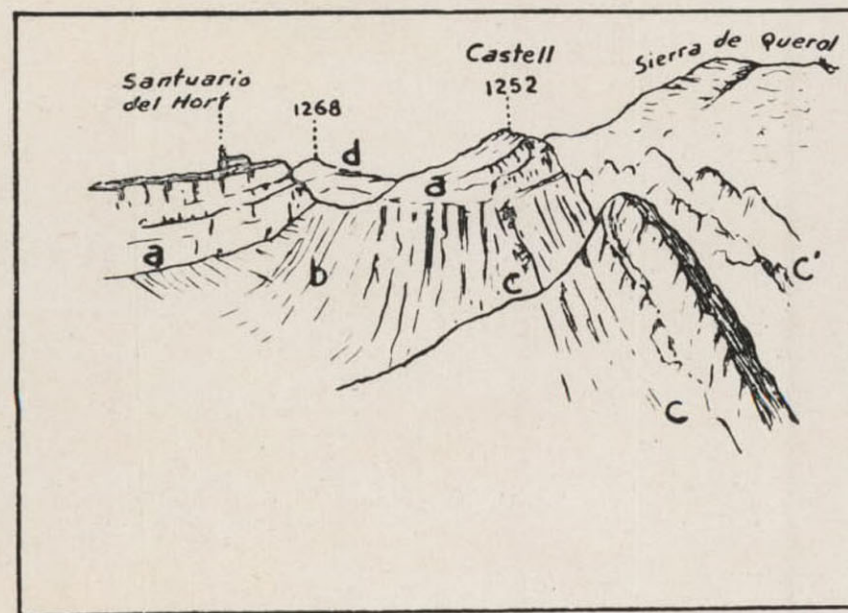
Explicación: Se aprecia en ella el fenómeno de la discordancia progresiva, que es muy grande entre los términos extremos de la serie,



Fot. 1

Esta serie constituye el flanco Sur de un agudo anticlinal fallado y hundido. En el flanco Norte del anticlinal, y al otro lado de la falla, aparecen de nuevo los conglomerados de la base (c') que con gran regularidad de dirección e inclinación buzan 70° al N. Encima de estos conglomerados, y hacia el Norte, viene de nuevo la facies roja del Oligoceno, que ya no es visible en la fotografía.

Al fondo se ven las cumbres de la Sierra de Querol, coronada por las calizas ypresienes de alveolinas.



Fot. 2

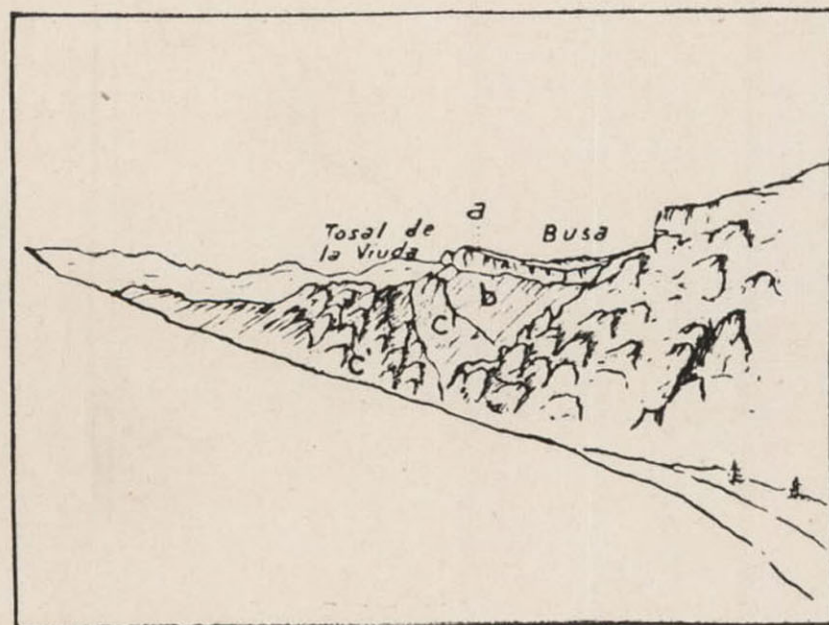
y pequeña entre los próximos. Este fenómeno ha sido estudiado con detalle y figurado por ASHAUER y BIROT. En (a) están los conglomerados altos del Oligoceno, en (b) la facies roja, en (c) los conglomerados de la base. En (d) están los conglomerados supra-oligocenos. Al fondo la Sierra de Querol y su cobijadura, en que la serie mesozoico-ypresiese, cabalga sobre el Eoceno por intermedio del Keuper.



Fot. 3

Punto de vista: En las casas de Posadas, próximo al mismo de la fotografía 2, en la misma dirección.

Explicación: los fenómenos representados en la fotografía 2 se aprecian en ésta con mayor detalle y perfección. El fenómeno de la discordancia progresiva aparece con claridad singular en esta fotografía.



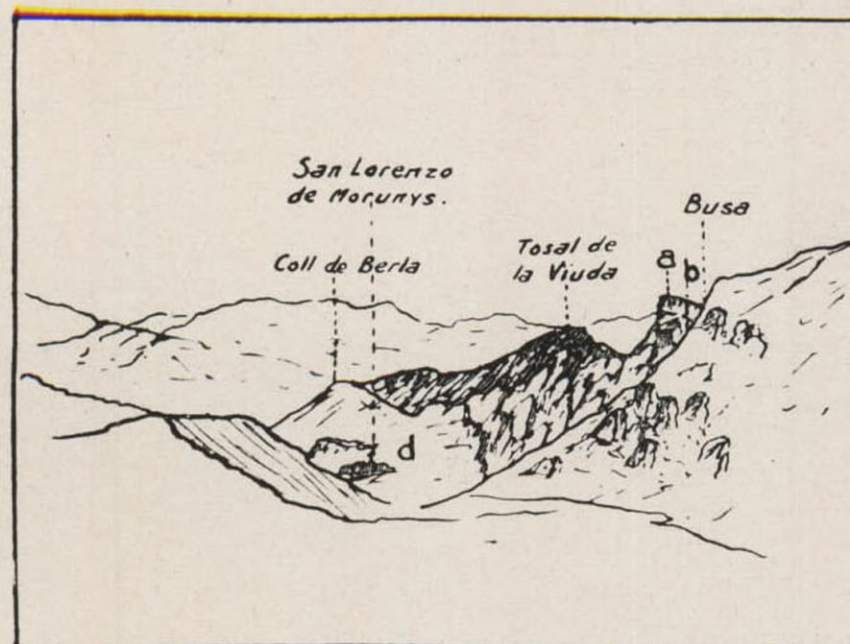
N.

S.

Fot. 4

Punto de vista: En la hoja de San Lorenzo de Morunys. Está tomada en el punto más alto de la carretera de San Lorenzo a Solsona, al pie de la cota más alta de la Sierra de Querol y mirando en dirección al Este.

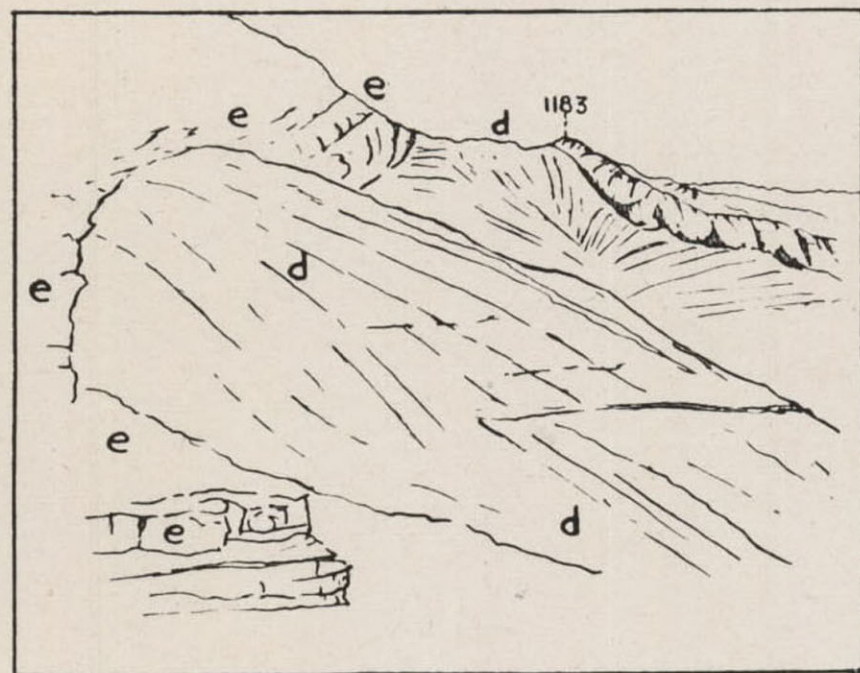
Explicación: Se observan en todo su conjunto los fenómenos examinados con detalle en las fotografías anteriores. El punto de vista de la fotografía está situado pocos metros más abajo del Eoceno de la Sierra de Querol.



Fot. 5

Punto de vista: Situado en la misma ladera que el de la fotografía anterior, pero bastante más alto. Obtenida en la misma dirección. Explicación: El tema de la fotografía es bastante análogo al de la 4,

pero se puede apreciar (d) la gran extensión ocupada por las margas lutecienses que rellenan el Valle. En ellas se encuentra situado San Lorenzo de Morunys.

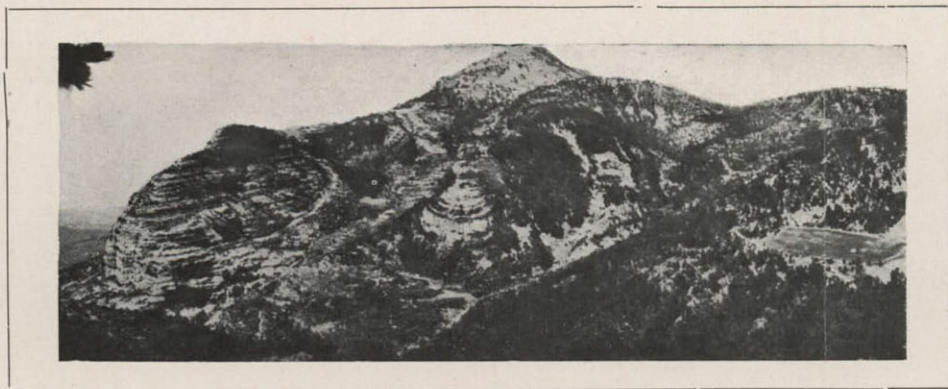


Fot. 6

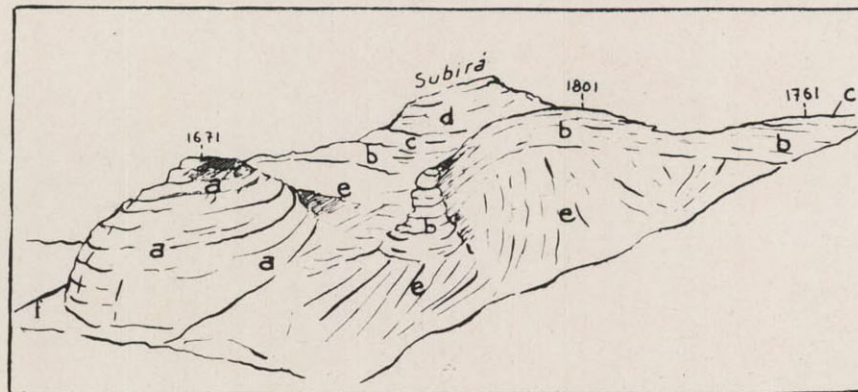
Punto de vista: En la hoja de Oliana, sobre el camino que desde Cambrils conduce a Odén y dando vista hacia el Este, sobre la collada en que la senda cruza al pie de la cota 1 183.

Explicación: En esta fotografía se aprecia cómo los conglomerados

supra-oligocenos se apoyan discordantemente contra las formaciones secundarias-ypresienses, de las que afloran aquí únicamente las calizas de alveolinas (e). Se puede apreciar además el aspecto redondeado y muy típico que la erosión presta a estos conglomerados.



S.



N.

Fot. 7

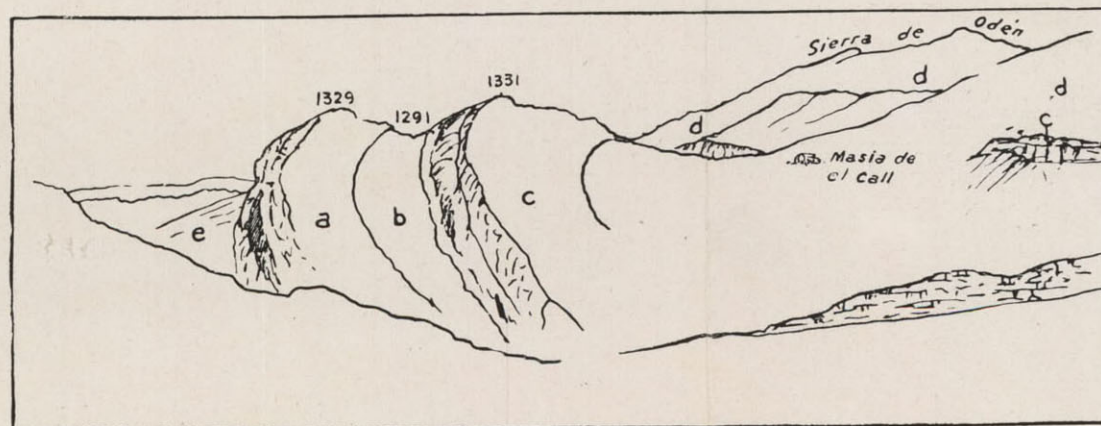
Punto de vista: Desde un punto del sendero que desde el alto de la carretera de San Lorenzo a Solsona, conduce a Odén, y mirando hacia el Oeste.

Explicación: Las capas de calizas del Senonense, forman un amplio arco anticlinal (b), coronado por las cotas 1 801 y 1.761 (en esta última cota el Garumnense (c) se conserva a pesar de la erosión). Se pliegan luego violentamente en sinclinal, de muy pequeña amplitud, rom-

piéndose la continuidad de las capas por una fallita. Las capas senonenses y garumnenses soportan en serie normal las calizas del Ypresiense (d) que constituyen la cumbre del Subirá. Toda esta serie ha resbalado sobre el Keuper (e), y ha sido detenida en su avance hacia el Sur por los conglomerados altos del Oligoceno (a), que forman la masa de la cota 1.671. Su estratificación es aproximadamente horizontal, pero en el borde, al contacto con el Mesozoico, están bruscamente dobladas. Se apoyan sobre el Oligoceno con su típica facies roja (f).



S.

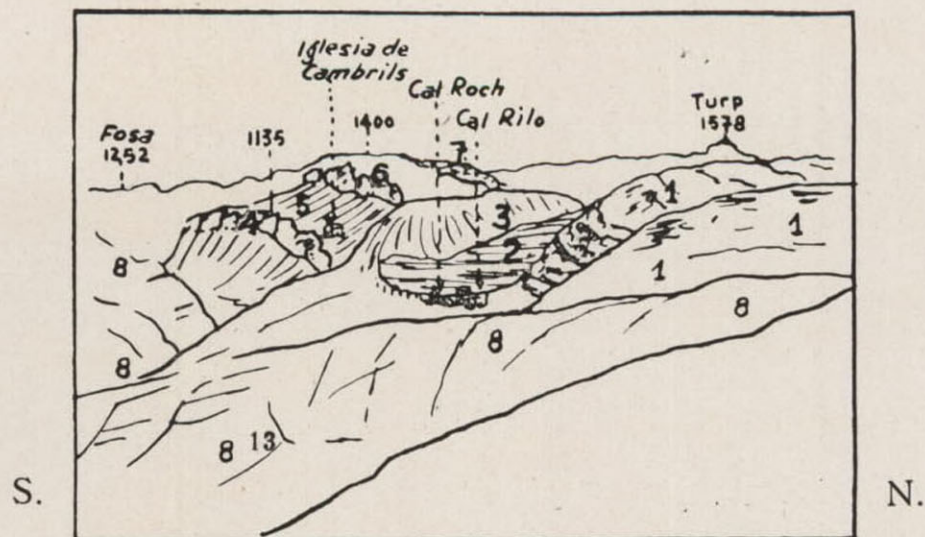


N.

Fot. 8

Punto de vista: En la hoja de Oliana, y extremo occidental del Subirá poco más arriba del punto en que el sendero de Odén a Canalda cruza el barranco de Odén, mirando en dirección al Oeste.
Explicación: La serie normal Mesozoico-Ypresiense que viene constituyendo la masa del Subirá, se pone vertical al cruzar el barranco de Odén, volcándose inmediatamente al otro lado de éste. Así es que allí, las calizas ypresienses (a), parecen soportar el Garumnense (b), y éste

a su vez las calizas senonenses (c). En la extensión ocupada por las tierras de la masía del Call, hay aluviones modernos, que probablemente ocultan el Keuper. Es la charnela del anticlinal volcado, cuyo flanco Sur lo constituyen las capas antes mencionadas, y de cuyo flanco Norte, muy trastornado, quedan los restos (c') de bancos de calizas senonenses. La Sierra de Odén, en su parte alta, está constituida por calizas de alveolinas (d). En (e) los conglomerados supraoligocenos



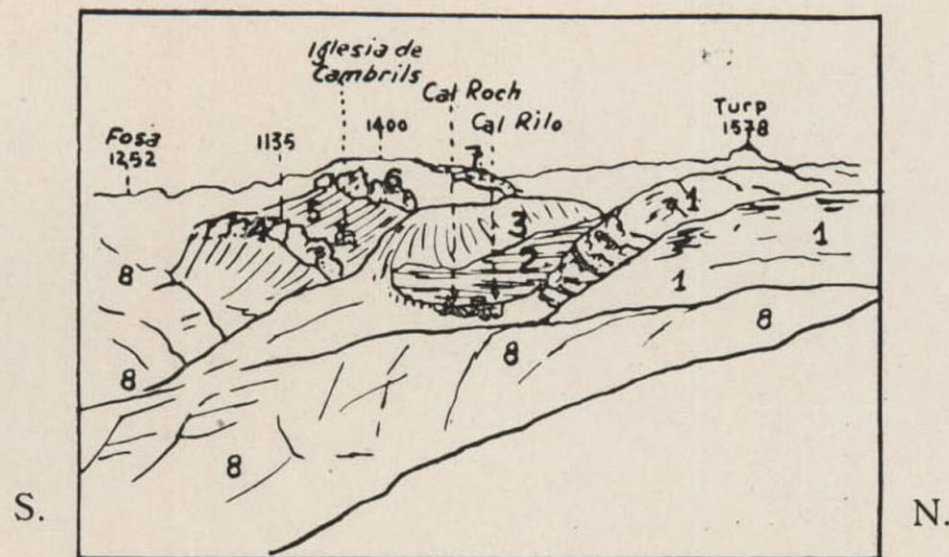
Fot. 10

Punto de vista: En la hoja de Oliana sobre el camino que desde Cambrils conduce a Odén, y antes de llegar a la collada que el sendero cruza junto a la cota 1.183. Mirando hacia el Oeste con dirección a Cambrils.

Explicación: Los conglomerados supra-oligocenos (8) llegan en general hasta el pie de las calizas ypresienses de alveolinas (1) de la Sierra de Odén, pero al llegar cerca se han retirado por denudación,

dejando al descubierto, bajo aquéllas, la serie normal con las capas garumnenses (2) y las calizas senonenses (3).

Al otro lado de la Riera Salada, aparecen los mismos bancos ypresienses (6), garumnenses (5) y senonenses (4), igualmente en serie normal, pero que evidentemente no son la prolongación de los anteriores. En el profundo barranco de la Riera Salada está el Keuper, que no es visible en esta fotografía. En (7) aparecen de nuevo las calizas cretácicas. Las relaciones tectónicas entre las capas a un lado y otro de la Riera Salada son confusas.



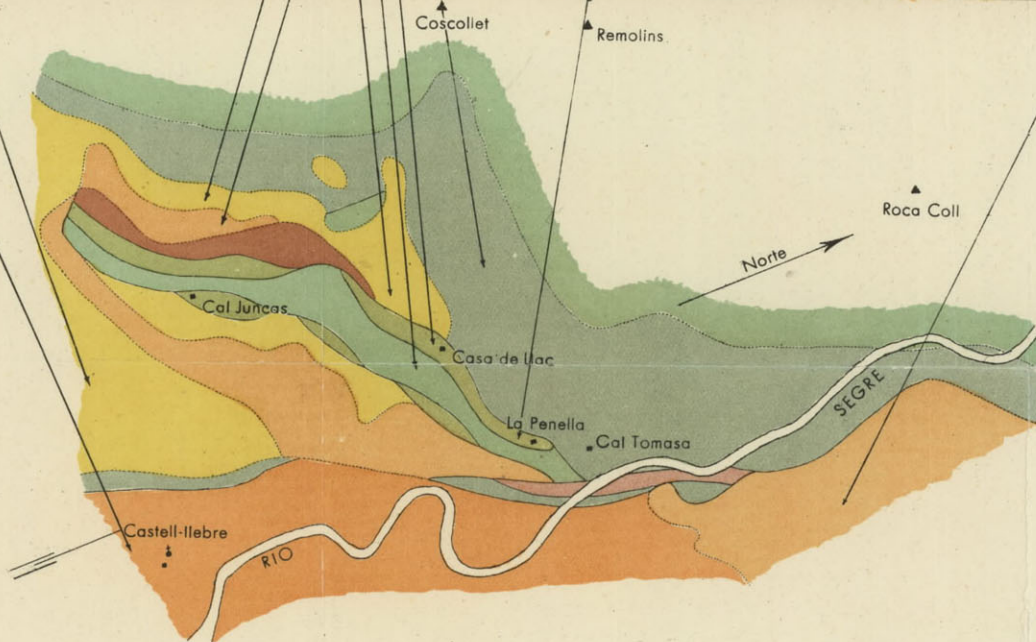
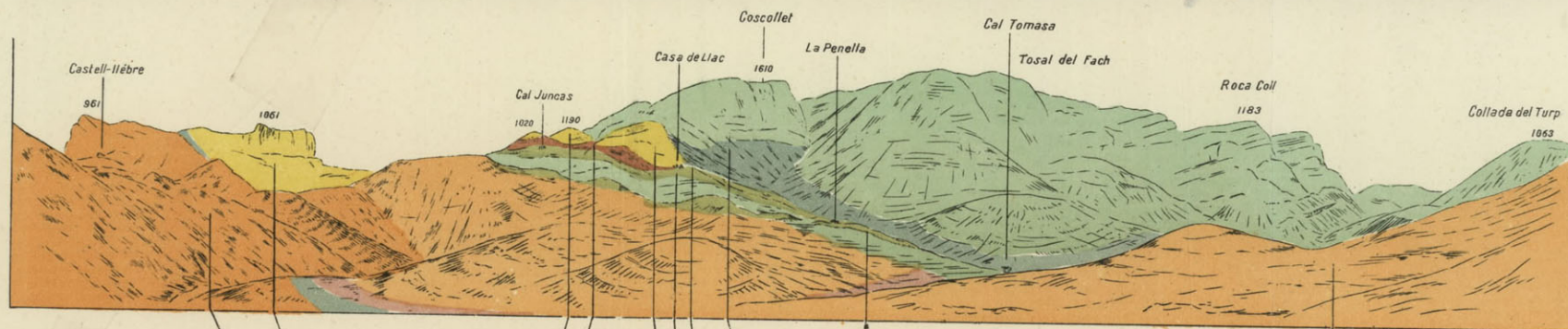
Fot. 10

Punto de vista: En la hoja de Oliana sobre el camino que desde Cambrils conduce a Odén, y antes de llegar a la collada que el sendero cruza junto a la cota 1.183. Mirando hacia el Oeste con dirección a Cambrils.

Explicación: Los conglomerados supra-oligocenos (8) llegan en general hasta el pie de las calizas ypresienses de alveolinas (1) de la Sierra de Odén, pero al llegar cerca se han retirado por denudación,

dejando al descubierto, bajo aquéllas, la serie normal con las capas garumnenses (2) y las calizas senonenses (3).

Al otro lado de la Riera Salada, aparecen los mismos bancos ypresienses (6), garumnenses (5) y senonenses (4), igualmente en serie normal, pero que evidentemente no son la prolongación de los anteriores. En el profundo barranco de la Riera Salada está el Keuper, que no es visible en esta fotografía. En (7) aparecen de nuevo las calizas cretácicas. Las relaciones tectónicas entre las capas a un lado y otro de la Riera Salada son confusas.



- | | | |
|------------|--|---|
| | | <i>Conglomerados supraoligocenos</i> |
| Oligoceno | | <i>Areniscas, margas y conglomerados</i> |
| | | <i>Conglomerados de la base</i> |
| Ypresiense | | <i>Calizas de alveolinas</i> |
| Garumense | | <i>Margas rojas con bancos de calizas fétidas</i> |
| Senonense | | <i>Calizas y calizas margosas y arenosas</i> |
| Liasico | | <i>Calizas</i> |
| Triasico | | |

LAS EDADES DE LOS YESOS DEL EOCENO CATALAN Y ALGUNAS OBSERVACIONES SOBRE LA ESTRATIGRAFIA DEL MISMO

En nuestras correrías por el Eoceno catalán, especialmente en las zonas en que esta formación se presenta en el borde Sur de los Pirineos Orientales, hemos encontrado con frecuencia yacimientos de yesos, de extensiones e importancia muy variables. Su posición estratigráfica está casi siempre muy bien definida. En algunas ocasiones sin embargo, y por encontrarse a veces estos yesos en zonas de complicación tectónica muy aguda, su localización cronológica no aparece muy precisa.

Hemos estimado interesante publicar esta nota, en que presentamos a los lectores un mapita del borde Norte de la parte catalana de la cuenca del Ebro, situando en él los yesos vistos por nosotros. Al mismo tiempo damos algunas columnas estratigráficas de esta región, que ayudan a establecer la correspondencia entre sus diferentes zonas, especialmente para los tramos eocenos que son muy variables en sus facies.

El mapa que acompaña, ha sido obtenido íntegramente utilizando sólo nuestras propias observaciones de campo, y

constituye una reproducción, a escala 1 : 400.000 (1), de las hojas de Bañolas y Manlleu y parte de las de San Lorenzo, Berga, Olot y Poble de Lillet obtenidas directamente a escala 1 : 50.000 (2).

La escala elegida nos ha obligado a prescindir de ciertos detalles, aunque se presentan íntegras las líneas generales de la geología de la región representada.

Para que se puedan comprender mejor nuestras observaciones referentes a los yesos, principalmente en lo que atañe a su posición estratigráfica, conviene que empecemos por hacer la descripción de la disposición y caracteres de las diferentes formaciones observadas, y más especialmente de las eocenas, que se examinarán con más detalle (3).

Notas estratigráficas

Para sistematizar las descripciones, hemos numerado

(1) Como mapa base topográfico se ha utilizado el del Ministerio de Obras Públicas, por provincias, publicado en 1935.

(2) Los trabajos en las hojas de Manlleu y Ripoll han sido efectuados por el Sr. ALMELA. Los de las hojas de Bañolas y Olot por el Sr. RÍOS. Para las restantes hojas hemos trabajado en colaboración, participando en ella el Dr. J. GARRIDO, cuya actividad tenemos el gusto de mencionar y agradecer desde estas líneas.

(3) La literatura monográfica sobre esta región va resultando muy completa, pues son abundantes los geólogos nacionales y extranjeros que la han estudiado con competencia, atraídos por los interesantes problemas de todo género que encierra. Nosotros hemos sido llevados a ella en forma de cierto modo accidental, para estudiar problemas de tipo industrial. De aquí el carácter especial de nuestras observaciones. Lo que nos anima a darlas a conocer es únicamente el deseo de contribuir, en la modesta medida de nuestras fuerzas, al conocimiento de la geología española. Para los lectores que deseen reseñarse sobre cuestiones geológicas de esta región desde otros puntos de vista, hemos compuesto un corto, pero representativo, índice bibliográfico, que se encuentra al final del trabajo.

las formaciones consecutivamente, correspondiendo los números de orden a los que les hemos atribuido en los mapas.

A. Formaciones primarias y secundarias

ROCAS HIPOGÉNICAS [1].—En las Guillerias, hacia el macizo del Montseny, se presentan importantes formaciones paleozoicas que descansan sobre extensas manchas de rocas hipogénicas de carácter muy variado, y en conjunto forman parte de la cordillera pre-litoral catalana.

Una porción muy pequeña de esta compleja y extensa área, queda representada en nuestro mapa, en su borde Sureste. SAN MIGUEL DE LA CÁMARA ha aludido más de una vez al interés que ofrece el estudio de las rocas de la garganta que el río Ter corta entre Susqueda y el Pasteral, labrando su curso entre las duras rocas de este macizo (1).

La manchita que hemos representado, corresponde precisamente a una parte de esta garganta. La hemos recorrido con un solo itinerario, pudiendo apreciar la complejidad e interés de los problemas petrográficos que plantea y cuyo estudio hemos de dejar forzosamente a los especialistas.

Pudimos apreciar la existencia de asomos importantes de granito, con diversidad en la riqueza y clases de sus micas; su feldespato es la ortosa, de un bonito color rosado de carne, a menudo en fenocristales bien destacados. La erosión es frecuentemente en bolas.

Junto con el granito, en tránsito muchas veces insensible, y cortándolo otras veces en forma de diques, se

(1) M. SAN MIGUEL DE LA CÁMARA: «Rocas de la garganta del Ter, entre el Pasteral y Susqueda», Mem. de la Acad. de Ciencias y Artes de Barcelona. 1916.

presentan gran variedad de rocas, como pegmatitas, hornblenditas, dioritas, pórfidos, diabasas, etc.

Existe además una complicada aureola metamórfica con gneis, micacitas (escasas), anfibolitas y mármoles metamórficos.

Otro afloramiento se presenta, sin ninguna relación inmediata con éste, en el mismo meridiano aproximadamente, pero al borde Norte de la región; está situado en las proximidades de Oix, y al Oeste del pueblo.

Es un asomo de granito descompuesto, con cristales de ortosa de color rosado; no hemos apreciado la existencia de Paleozoico en las proximidades de este afloramiento, que parece estar totalmente rodeado de Eoceno.

PALEOZOICO [3].—Aparece tanto al Norte como al Sur de la extensión terciaria, objeto de nuestra descripción. No lo hemos estudiado con detalle y apenas vamos a hacer otra cosa que señalar su presencia.

En el Sur, junto con las rocas hipogénicas y metamórficas descritas, constituye el Paleozoico el margen en que se apoya la base del Eoceno. Está constituido por pizarras que pasan de compactas a muy hojosas. Sus colores varían desde el negro y rojo quemado, de tonos oscuros, a otros rojos más vivos y a tonos verdosos. Son típicas pizarras paleozoicas, con el aspecto que suelen presentar las de edad siluriana. Están muy plegadas. Presentan metamorfismo en las proximidades del granito, y están cruzadas entonces de algunas intrusiones y diques hipogénicos.

En el Norte, la constitución y disposición del Paleozoico es distinta. Por lo pronto, el Eoceno ya no reposa inmediatamente sobre él, sino que se interponen formaciones secundarias. Donde lo hemos visto, entre Montgrony y Castellar d'en Huch, consiste en calizas compactas, negras

y grises, que han sido atribuídas al Carbonífero, y pizarras de aspecto Siluriano o Devoniano. Todo ello muy roto y plegado.

PERMO-TRIÁSICO [4].—Entre el Paleozoico del borde Norte, y las formaciones mesozoicas, se presentan capas de regular potencia, a las que se atribuye la edad permo-triásica.

Alternan allí los bancos de margas con los de areniscas, muy duros tanto los unos como los otros, y su color es el rojo oscuro de tonos quemados.

Apenas hemos hecho otra cosa sino asomarnos a esta formación; DALLONI [6] y ASHAUER [10], entre otros, las estudian con detalle.

TRIÁSICO [5].—El Triásico consiste, sobre todo, en afloramientos de Keuper, con su facies germánica de margas y yesos abigarrados. Se manifiesta en las proximidades de los macizos de masas calizas secundarias, y desempeña un importante papel en la tectónica. Hemos hablado de él en la primera parte de nuestro trabajo, por cuya razón no vamos a insistir en su aspecto y disposición.

JURÁSICO Y CRETÁCICO [6].—También a estos terrenos nos hemos referido con algún detalle en el trabajo mencionado, y no repetimos nuestras explicaciones para no alargar esta exposición.

En los mapas hemos incluido el Garumnense dentro del símbolo común empleado para representar las formaciones mesozoicas.

B. Formaciones eocenas

GENERALIDADES.—En la zona oriental de la región que nos proponemos describir, las formaciones eocenas se extienden ininterrumpidamente desde las cumbres pirenaicas hasta las laderas de la cordillera pre-litoral. Al Norte se apoya el Eoceno sobre una banda de formaciones secundarias que a su vez descansan sobre el Paleozoico. Al Sur, directamente sobre el Paleozoico o sobre las rocas hipogénicas, donde aquél ha sido denudado. La tectónica de una zona tan amplia es naturalmente muy variada y su complicación crece de Sur a Norte.

En la región occidental, el Eoceno visible queda reducido a una serie de afloramientos en forma de bandas alargadas. Estas quedan comprendidas entre los bordes de las masas secundarias (que se han levantado en los plegamientos pirenaicos, desbordando sobre los terrenos contiguos) y las grandes superficies oligocenas. Su tectónica es compleja.

Las características estratigráficas del Eoceno en esta región varían considerablemente de unas a otras zonas. Por esta razón no se ha podido seguir el mismo criterio de separación en toda la región, y ésta ha quedado dividida en cuatro zonas, A, B, C y D, que se distinguen por cierta uniformidad de características dentro de cada una de ellas. Téngase bien entendido, que esta uniformidad, muy relativa, sólo ha sido posible obtenerla remontándose a características muy generales, pues dentro de cada una de estas zonas también son muy frecuentes los cambios laterales de facies, muchas veces muy graduales, tanto vertical como horizontalmente.

Las columnas estratigráficas que acompañan al mapa,

dan la equivalencia cronológica de unas y otras divisiones.

Las zonas A y B, que vienen a corresponder a las áreas representadas en las hojas de Manlleu y Bañolas, respectivamente, se prestan casi a la misma sub-división del Eoceno, a lo que contribuye su tectónica sencilla. En esta zona, recorrida con mucho más detalle que las restantes, hemos podido llegar a una precisión mayor en su representación.

En la zona C, que viene constituida más o menos por las mitades meridionales de las hojas de Olot, Ripoll y Pobla de Lillet, la tectónica es bastante más complicada, por su violencia; pero además, los caracteres de las formaciones varían con respecto a los de A y B.

La zona D representa, por su tectónica de arrastres, así como por la discontinuidad de sus afloramientos, el máximo de complicación en la sub-división de Eoceno, por lo que ésta es mucho menos completa que en las zonas anteriores.

Vistas estas observaciones generales, podemos pasar al estudio de cada uno de los tramos en que viene dividido el Eoceno.

YPRESIENSE.

Zonas A y B [7].—En estas zonas el Ypresiense es esencialmente detrítico, y se apoya discordantemente, ya sobre el Paleozoico, ya directamente sobre las rocas hipogénicas. Está constituido por hiladas alternantes en las que predominan en gran manera las de areniscas de grano mediano a grueso, con color generalmente rojo vivo, a veces verdoso; contienen cantos rodados y gravillas de cuarcita, pórfidos y granito. En la base encierran gran cantidad de fragmentos angulosos de pizarras paleozoicas.

Con estas areniscas alternan capas de pudingas consti-

tuídas por los mismos elementos, y capas de arcillas y margas de color rojo vivo.

Presentan, como por ejemplo ocurre al pie del single o acantilado del Far, intercalaciones de margas hojosas grises, e incluso calizas con alveolinas, en bancos firmes pero no gruesos. Estos bancos se encuentran intercalados entre los de color rojo y carácter detrítico en la mitad inferior de la formación y más bien hacia la base de la misma.

Salvo estas intercalaciones, el resto de la formación nos pareció estéril, aunque en zonas próximas es fósil clásico de ellas, el *Bulimus gerundensis*, Vidal.

Toda la formación está sin duda formada, en sus tramos detríticos, más o menos a expensas del macizo hipogénico-siluriano de las Guillerías, pero especialmente las hiladas bajas y del contacto lo están inmediatamente y con muy poco arrastre. Resulta difícil precisar en qué punto está la separación entre las últimas capas de Siluriano desmenuzado y las primeras de Eoceno, formado *in situ*, a expensas de aquél.

Zona C [8].—El Ypresiense, en el borde Norte de las formaciones eocenas, tiene un carácter y composición muy distintos del que presenta en la zona Sur.

No hemos hecho otra cosa que recorrerlo marginalmente, y en donde lo hemos visto se compone de potentes masas calizas de colores grises oscuros, duras y compactas al martillo, que a veces contienen alveolinas. Con estas calizas alternan tramos de margas.

Zona D [8].—Aquí está constituido por calizas de alveolinas con espesores muy variables, a menudo grandes (de cientos de metros), que llevan generalmente en la base unos 50 a 100 metros de margas azules arenosas.

OBSERVACIONES CON RESPECTO A LOS PISOS YPRESIENSE Y GARUMNENSE.—Hay una gran semejanza entre las facies del Garumnense, y las que presenta el Ypresiense en las zonas A y B.

Ambas formaciones tienen composición análoga, vivos colores rojos e intercalaciones calizas y margosas de colores grises; se prestan fácilmente a confusión, tanto más cuanto que son consecutivas y los fósiles no son abundantes.

Así ocurre, que formaciones de aspecto Garumnense (en Cambrils) resultaron contener grandes cantidades de alveolinas y como ya se ha señalado la presencia de alveolinas en el Cretáceo superior catalán (1), este criterio no nos basta para establecer la identidad de unas capas como ypresienses o garumnenses.

En la base de las margas y calizas alveolinas de la zona C, existen unas formaciones detríticas cuya descripción puede responder tanto a la de la facies detrítica roja del Ypresiense, como a la del Garumnense. Han sido atribuidas por ASHAUER a esta última formación, sin que lo justifique de manera terminante.

La misma duda se puede presentar siempre que no se aporten datos paleontológicos. Nos parece pues, que en algunas zonas se debe considerar la etapa Ypresiense-Garumnense, con su régimen típico entre continental y marino, como una época de transición, de características homogéneas, que enlaza el Secundario con el Terciario.

a) LUTECIENSE INFERIOR.

Zonas A y B [9].—Sobre el Ypresiense se presenta una característica formación de rocas compactas, que consti-

(1) ASTRE: Bol. Soc. Hist. Nat. Toulouse, 1928.

tuyen los singles de Far y otros altos escarpados característicos de los paisajes de la región.

Su constitución, en líneas generales, es la siguiente: bancos espesos, predominantemente calizos, pero algo variables, por pasar a margas calizas tanto vertical como horizontalmente. Son de color blanquecino en superficie y a distancia, y gris en fractura.

Las capas de la base se cargan de granos de arenas silíceas, hasta convertirse localmente en areniscas cuarzosas con cemento calizo.

Las capas intermedias, algo más amarillentas, tienen profusión de *nummulites*.

Las capas superiores, las más eminentemente calizas, contienen abundancia enorme de *nummulites*, constituyendo, a menudo, una verdadera lumaquilla.

El paso a las margas que soportan, es rápido, pero no tajante, y las faunas del contacto, muy abundantes, se pueden atribuir tanto a una como a otra formación.

Zona C.—No se puede individualizar este tramo. Existe probablemente hacia la parte Sur, pero oculta bajo los pisos superiores.

En la parte Norte la tectónica es algo complicada, y la confusión que introduce en la estratigrafía nos ha impedido apreciar con individualidad su existencia. No obstante, como esta zona la hemos recorrido con menor detenimiento que las A y B, es fácil que dedicando más tiempo a su estudio se pueda delimitar en sus afloramientos.

Zona D [11].—La base del Luteciense está constituida aquí por conglomerados de cemento y canto calizo, con areniscas y maciños. Sus espesores son variables y bastante grandes.

b) LUTECIENSE MEDIO.

Zonas A, B y C.—Está constituido por margas, cuyo prototipo son las que se presentan en los alrededores de Bañolas. Su aspecto es variable dentro de ciertos límites, dependiendo de la consistencia de las capas, la que a su vez es función de la meteorización, pues son muy sensibles a la acción de los agentes atmosféricos. Estos desagregan sus bancos borrando la estratificación, y dando lugar a formas de erosión redondeadas y arriñonadas donde las medidas de direcciones y buzamientos de las capas son difíciles, a menudo imposibles de obtener. En el paisaje, constituyen masas de color azulado o gris azulado, de formas redondeadas sin cumbres ni aristas agudas.

De cerca, por su descómposición, presentan el aspecto de pizarrillas, o de formas arriñonadas que se superponen por superficies alabeadas y se desmenuzan fácilmente con la mano. Más raras veces, son tableadas y hojosas y su color es entonces más amarillento.

La fractura fresca de la roca virgen, es en uno y otro caso compacta, con grano fino y algo cristalino.

En la zona C, el aspecto de estas margas es mucho más variado. Mientras que en su parte Sur, conservan el típico aspecto de las margas de Bañolas, en la larga corrida al Norte, el aspecto es muy heterogéneo, pudiendo conservar aquel aspecto o bien se cargan de cal, probablemente como efecto secundario, llegando a constituir calizas margosas y aun verdaderas calizas. Su tectónica es en esta faja mucho más complicada, con violentos pliegues y fallas, excepto en las corridas que van de Gombreny a Pobla de Lillet, que también están plegadas, pero en estructuras más sencillas (al menos aparentemente, pues el espesor exagerado que resulta, denota quizás la existencia de una estructura imbricada).

Zona D.—No se han separado.

Base del Luteciense superior [12].—En la parte de las zonas B y C, la base del Luteciense superior presenta una particularidad notable, que nos ha llevado a separarla. Los maciños del Luteciense superior, dispuestos inmediatamente sobre las margas de Bañolas, sin discordancia sensible, se cargan de foraminíferos, siendo así que, en general, el Luteciense superior, es estéril en grandes áreas y no suele presentar acumulaciones fosilíferas abundantes. Por efecto de esta aportación caliza, los maciños de la base llegan a constituir localmente lumaquellas cuajadas de *nummulites*.

c) LUTECIENSE SUPERIOR [13].

Zonas A y B.—Está constituido de abajo arriba por una sucesión de capas, o mejor dicho, de lentejones de mayor o menor extensión, ya que son tan frecuentes los cambios de laterales y verticales de facies. Tomados en sus caracteres más generales sus capas se distribuyen en el siguiente orden: unas areniscas, cuyos granos pasan del tamaño grueso a gravilla y a verdaderos cantos, constituyendo entonces pudingas; potentes bancos de maciños, a veces de grano fino, pero más generalmente de grano basto, duros, compactos, amarillos o grises en la superficie, y de color gris verdoso en fractura. Los fósiles son escasos y su distribución muy irregular.

Zona C.—Además de presentar el aspecto descrito para las zonas A y B, puede presentar otra facies, que alterna entonces con aquélla. Ofrece características de Flysch, cuya fisonomía está determinada por ser las capas más arcillosas y amarillas, alternando con otras más puramente arenosas; no presentan bancadas consistentes, sino una estructura hojosa e incluso laminar. En sus frecuentes y ex-

tensos lisos hay gran cantidad de ripplemarks, con toda clase de figuras y tamaños y abundantes restos de *fucoïdes*.

Zona D.—No se ha separado.

d) AUVERSIENSE [14].

Zona A.—Los tramos altos del Luteciense se vuelven en esta zona paulatinamente más margosos, hasta convertirse en verdaderas margas.

Estas margas, cuyo arquetipo son las que se presentan en Manlleu las clasificamos como auversienes. Presentan dos aspectos distintos, remontándonos como siempre a sus tipos más generales. En la parte Sur son margas grises, a veces bastante hojosas, parecidas a las de Bañolas, pero algo más arenosas. En la parte Norte tienen abundantes intercalaciones arenosas, que dificultan su separación de los maciños del Luteciense superior.

Zona B [13].—Esto mismo ocurre en la zona B, donde nos ha sido imposible separar el Auversiese y el Luteciense superior. Desde luego se aprecia el carácter más margoso de éste en las zonas altas, a veces muy margosas, e insensiblemente nos encontramos con las capas coralígenas bartonienses del Serrat de la Boada (1), al Este de San Felíu de Pallarols. La indecisión de límites, tanto vertical como horizontal, nos ha impedido marcarlos. Determinarlos por medios paleontológicos, lo consideramos por lo menos tan difícil, dada la escasez e irregularidad de distribución de los fósiles en estas formaciones.

Zonas C y D.—No se ha separado, por la dificultad de reconocerlo.

(1) Constituidas en la cumbre por bancos de caliza, con bonitos y abundantes coralarios y *nummulites*.

e) BARTONIENSE [17].—En la pequeña extensión en que este piso puede ser reconocido y diferenciado, tanto litológica como paleontológicamente, cambian las facies de una manera gradual, siendo tanto más costeras cuanto más nos dirigimos al Norte.

A la altura de San Hipólito de Volltrega, está constituido por una alternancia de gruesos bancos de arenisca y caliza algo arenosa, con abundante fauna de *nummulites*, equínidos y lamelibranquios; descansa allí directamente sobre las margas arenosas inferiores. Más al Norte adquiere una facies de Flysch, y en la mancha de la Sierra de Milany, se compone de una alternancia de capas de areniscas grises o rosadas y de pudingas grises, compuestas de cantos de caliza de tamaño mediano, y alguno de cuarzo. Entre las areniscas se encuentra alguna hilada de calizas con escasos fósiles.

Todavía más al N., el Bartoniense debe quedar englobado en el tramo rojo, pues sobre éste, que es allí muy potente, descansa directamente el Oligoceno.

f) TRAMO ROJO INTERMEDIO [14].—Designamos con este nombre una formación, que termina en cuña hacia el Sur, y que llega a ser muy potente hacia el centro de la zona. Su carácter es detrítico-margoso, y es formación muy notable por diversas circunstancias.

Su estudio nos ha preocupado mucho más que el de cualquier otra formación, y únicamente porque creemos haberla observado con detalle y minuciosidad y a conciencia de que nuestra interpretación ha de parecer extraña, nos animamos a darla a conocer, procurando señalar exactamente las razones y observaciones en que hemos basado nuestro juicio.

Se presenta en concordancia sobre la base del Lutecien-

se superior, y por su color rojo y carácter detrítico margoso, se había designado hasta ahora, por unos autores, como Ludicense-Oligoceno, por otros meramente como pudinga supra-nummulítica.

Es cierto que en su parte Norte no soporta ninguna otra formación, pero en muchas localidades de la zona central hemos podido comprobar, sin que a nosotros nos quede lugar a duda alguna, que sus estratos son inferiores a otras formaciones de maciños y margas netamente eocenas, según demuestran los fósiles abundantes que contienen, entre ellos *nummulites* de tamaño regular y grande y equínidos y coralaris bartonienses.

Pasando a concretar los hechos más salientes en los que basamos nuestra opinión, de que esta formación representa en muchos sitios las capas eocenas, desde la base del Lutecense superior (exclusive) hasta el Oligoceno, diremos, para enunciarlos concreta y ordenadamente:

1.º Cruzando el río Sert en las proximidades de Sellent (entre Sta. Pau y Mieras), se asciende por las capas que, cuajadas de *nummulites*, están directamente encima de las margas de Bañolas, y representan la base del Lutecense superior.

Tras un regular espesor de estas capas, se llega, sin que se aprecie discordancia, a otras de color rojo, que rápidamente se hace más vivo, y una vez desaparecidas las intercalaciones del tramo anterior, que todavía se presentan, nos encontramos en plena formación roja.

Esta está compuesta por una alternancia irregular de capas de margas, cuya coloración es rojo viva o abigarrada, de tonos rojos y amarillos, con areniscas rojas. Estas presentan lentejones de pudingas con canto de hasta el tamaño de un puño, o de gravilla; estas pudingas son más abundantes a medida que ascendemos en la formación.

Esta es, al parecer, completamente azoica, presentando, sin embargo, en los lisos de las capas margosas abundantes tubificaciones de tipo fucoide.

No se aprecia, pues, discordancia con la base del Luteciense superior ni presencia de conglomerados de base, y el tránsito es gradual, si bien bastante rápido.

2.º En el camino que sube desde Sacot al collado de Fontpobre, se puede comprobar que la formación roja se hunde en forma normal y concordante bajo la formación de maciños comprobadamente eocenos (del Luteciense superior), y por consiguiente no es supranumulítica.

3.º Aflora, con una potencia muy pequeña, en la ladera de Finestras y sierras que constituyen su prolongación; tiene allí por encima y por debajo los maciños del Luteciense superior. No hay el menor indicio de cobijadura, pues la tectónica de compresión es allí suave y sencilla. Los trastornos y anomalías de las capas, cuando se presentan, hay que atribuirlos a la presencia de una importante y larga falla cuya dirección coincide con la de las sierras.

4.º Todo a lo largo del valle del alto Fluviá, aparece un espesor importante de este tramo rojo intermedio (quizás el nombre no es muy acertado, pues no siempre es intermedio), igualmente cubierto en forma normal y concordante por los maciños con fósiles eocenos.

Nos parece, pues, que representa una variación lateral de la facies de los maciños del Luteciense superior de tránsito rápido, pero gradual, que alcanza sus mayores espesores a la altura de Olot, y se acuña rápidamente hacia el Sur.

Puede representar, según la zona, desde una intercalación en el Luteciense superior hasta el período íntegro de sedimentación, que alcanza hasta el Oligoceno, con cuya

base se confunde, dada la identidad, quizás la continuidad de facies.

g) RESTANTES FORMACIONES EOCENAS [16].—Finalmente, en la zona D, se presentan una serie de formaciones eocenas, en general bastante trastornadas, en que localmente se reconocen unos u otros de los tramos y facies mencionados. Muchas veces representan casi toda la serie eocena, que se separa muy bien, excepto el Ypresiense, pero la falta de continuidad, o de claridad en la separación de los tramos, impide hacer otras delimitaciones que no sean las locales. Por otra parte, la mayor parte de ellas se han examinado ya en nuestro trabajo sobre el borde Sur de los Pirineos Orientales.

C. Formaciones oligocenas y post-oligocenas

Nada nuevo podemos añadir a las abundantes e importantes contribuciones que se han hecho para su conocimiento, especialmente por los estudios de MARÍN (1), y a lo que nosotros mismos hemos dicho en la primera parte.

Documentación paleontológica

La cantidad de material recogido ha sido muy abundante. Dado que la finalidad primordial de nuestro trabajo no consistió en hacer un estudio de geología pura, sino aplicada a fines industriales, no hemos podido dedicar a

(1) A. MARÍN: «La Potasa». Bol. Inst. Geol. y Min. Tomo XLVIII, 1926. «Sondeos de Investigación de Sales Potásicas». Bol. de Sondeos Inst. Geol. y Min. Tomo III, 1932.

la clasificación de los fósiles el tiempo que hubiéramos deseado (1), y que hubiera sido necesario para una clasificación verdaderamente cuidadosa y detenida, dado que nuestras salidas al campo, sólo han estado espaciadas por el mínimo tiempo preciso para la confección de los informes. Por otra parte, no vemos, para un futuro próximo, que vayamos a poder contar tampoco con más tiempo del que hemos tenido hasta ahora. Esto es lo que nos ha decidido a dar a conocer las listas, que a título de orientación habíamos obtenido, y que no tienen otro carácter que el de clasificaciones provisionales. De no haber sido incluídas en este trabajo, hubiera éste quedado incompleto y sin justificación específica la división que hemos adoptado para los distintos tramos eocenos.

Agrupadas por terrenos, en el mismo orden en que han sido descritos éstos, las especies clasificadas son las siguientes:

YPRESIENSE.

Alveolinas en bancos calizos y margosos.

LUTECIENSE INFERIOR.

Nummulites laevigatus, Brug. (A y B).

» *perforatus*, Den de Montf.

» *rouaulti*, d'Arch y Haim.

LUTECIENSE MEDIO (margas de Bañolas).

Nummulites laevigatus, Brug.

» *perforatus*, Den de Montf.

(1) Sólo una parte de los ejemplares obtenidos ha sido clasificada. Aunque en general no se mencionan las localidades donde han sido recogidos, podemos indicar para cada ejemplar, con toda precisión, la localidad original.

Nummulites rouaulti, d'Arch y Haime.

Opissaster aff. *gregoriei*, Cott.

Tellina conacialis, Lamck.

» *rostralina*, Nob.

Venus bouryi, Cossm.

Arca burnesi, d'Arch.

» *margaritula*, Desh.

Cardita dufrenoyi, d'Arch.

Chlamys mitis, Desh.

Corbula vidali, Cossm.

Ostrea plicata, Sol.

» *simplex*, Nob.

» *multicostata*, Nob.

» *inaspecta*, Desh.

Cyprea funiculigera, Cossm.

» *elegans*, DeFr.

Natica cepacea, Lamck.

Ampullina sigaretina, Lamck.

Turritella adulterata, Desh.

» *lamarckii*, DeFr.

» *cilindracea*, Cossm.

Cerithium giganteum, Lamck.

Velates schmidelianus, Chem.

Serpula spirulea, Lamck.

Estos fósiles se encuentran en abundancia, especialmente en la larga zona de margas de la zona SE. En el Coll de Condreu, donde M. BATALLER ha encontrado una interesante fauna de crustáceos clasificada por el P. VÍA, hemos encontrado en una rebusca rápida, las siguientes especies:

Panopaea intermedia, Sow.

Cardita dufrenoyi, d'Arch.
Ostrea mousolensis, Astr.
Cyprea elegans, DeFr.
 » *granti*, d'Arch.
Sycum bulbiorme, Lamck.
Neptunus hungaricus, Lor. (pinzas).

La zona Norte tiene una fauna algo distinta y se caracteriza por la presencia de *Assilinas*, que faltan al Sur. Cerca de Pobra de Lillet, hemos determinado las siguientes especies:

Nummulites laevigatus, Brug.
 » *granifer*, Douv.
Assilina exponens, Sow.
 » *pre-espira*, Douv.

En Borredá, existe una fauna abundante que se extiende hasta Vilada (1) y en la primera de estas dos localidades, hemos recogido las especies siguientes:

Nummulites uronensis, Heim.
 » *laevigatus*, Brug.
 » *perforatus*, Den de Montf.
 » *rouaulti*, d'Arch y Haim.
Assilina exponens, Sow.
Discocyclus archiaci, Leym.
Pyrazus angulatus, Sol.
Cerithium deshayessi, Leym.
 » *helli*, d'Arch.

(1) Allí ha sido estudiada por DALLONI [6], que da una lista muy completa.

Potamides orengae, Vid.
Ampullina albasensis, Leym.
Sycum pirus, Sol.
Natica spirata, Desh.
Velates Schmideli, Chemn.

LUTECIENSE SUPERIOR.—Los maciños del Luteciense superior, son muy pobres en fósiles; solamente, por excepción, aparecen en la zona de Sallent, en la base de la formación, unas margas y calizas margosas, con gran cantidad de *N. perforatus* (en algunas de sus variedades), asociado al *N. rouaulti* y a alguna otra especie, no clasificada todavía.

También en algún nivel más margoso se suele encontrar algún lamelibranquio, especialmente pectínidos, ostreas y turritellas.

AUVERSIENSE (margas de Manlleu).—Estos estratos son ricos en fósiles, especialmente en la zona de Vidrà y Saubelles, en donde hemos clasificado los siguientes:

Nummulites perforatus, Den de Montf.
 » *rouaulti*, d'Arch y Haime.
 » *striatus*, Brug.
Operculina alpina, Douv.
Discocyclus pratti, Mich.
 » *archiaci*, Schlum.
Lunulites bellardi, d'Arch.
Cycloseris heberti, Tour.
Cidaris sub-serrata, d'Arch (Radiolas).
Brissoides aff. cossmani, Lamb.
Vasconaster lorioli, Lamb.
Schizaster rimosus, Agass.

Chlamys sub-tripartitus, d'Arch.

Spondylus asperulus, Munst.

» *rouaulti*, d'Arch.

» *multi-striatus*, Desh.

Ostrea moussolensis, Ast.

Triton nodularium, Lamck.

Serpula spirulea, Lamck.

La fauna existente es todavía mucho más completa; nuestra lista se puede ampliar consultando la que da el P. ALMERA, en su estudio sobre la Plana de Vich, y con los crustáceos encontrados por M. BATALLER y publicados por el P. VÍA.

BARTONIENSE.—También en este piso abundan los fósiles, especialmente en la zona de San Hipólito de Volltregá y en la pequeña manchita de Coll d'Uria y Serrat de la Boada. Hemos recogido las especies:

Nummulites striatus, Brug.

» *contortus*, Desah.

» *perforatus*, Den de Montf.

» *rouaulti*, d'Arch y Haime.

» *fabianii*, Prev.

» *bouilley*, De la Harpe.

» *brongniarti*, d'Arch.

Brissoides faurai, Lamb.

» *aff. cossmanni*, Lamck.

Leiopedina tallavignesi, Cott.

Triplacidia van den heckei, Agass.

Tellina mixta, Desh.

Cardilia aff. michelinii, Desh.

Cardium hipopoeum, Desh.

Chlamys plebeius, Lamck.

» *sub-tripartitus*, d'Arch.

» *bonei*, d'Arch.

» *hopckinsi*, d'Arch.

» *bifidus*, Munst.

Chama gigas, Desh.

Cyprea ellipsoides, d'Arch.

Pirula elegans, Lamck.

Velates schmidelianus, Chemn.

Natica cepacea, Lamck.

Cerithium giganteum, Lamck.

En el Coll de Uria, abundan los coralaris y lamelibranquios. Entre los primeros, nos ha parecido reconocer las mismas especies que en tanta abundancia encontramos en Oliana (1), pero éstas de Coll de Uria, aun no las hemos clasificado en su totalidad, adelantando las especies:

Septastrea geometrica, Michel ?

Hydnophillia profunda, Mich.

Cardita perezii, Bill.

Chlamys hopckinsi, d'Arch.

» *fabrei*, d'Arch.

Spondylus asperulus, Munst.

Algunos datos breves sobre la tectónica

No está dentro de nuestros propósitos entrar en detalles sobre la variada y compleja tectónica de la región, y nos limitamos a señalar los rasgos más salientes.

(1) ALMELA y RÍOS: «Una nueva especie de *Discocyclina* en el Eoceno catalán». Not. y Com. I. G. y M. Tomo X, 1942.

En las zonas A y B, los plegamientos que afectan al Eoceno son de carácter sencillo. A las presiones ha seguido una etapa de descompresión, cuyas distensiones han originado una serie de fallas.

Estas son de importancia muy variable. Hay cuatro grandes líneas de falla paralelas a la dirección NO.-SE. Todas ellas colocan los maciños del Luteciense superior en contacto sucesivamente con los tramos inferiores del Eoceno, y algunas incluso con el Paleozoico.

La falla es siempre por descenso del bloque del NE. con respecto a la masa del SO., originándose así, grosso modo, una serie de estructuras más o menos sencillamente monoclinales, en sierra, según indica en forma muy esquemática el croquis de la figura. El salto, en general, aumenta de amplitud hacia el SE., y se extingue hacia el NO.

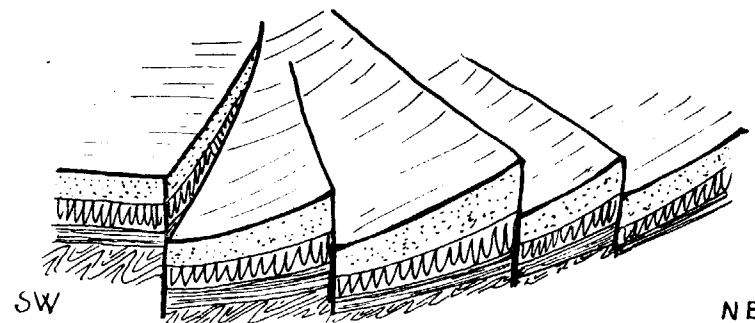
Las fracturas restantes son de mucha menor importancia y su salto es muy pequeño o nulo, y la mayor parte son satélites de aquéllas. Creemos que es inútil tratar de sistematizarlas, por la dificultad que presenta el observarlas y seguir las (1).

(1) M. CHEVALIER en su «Essai sur la physiographie de la Catalogne Orientale». Bol. Inst. Cat. Hist. Nat. Tomo XXVI, 1926, establece un complicado sistema de fallas entrecruzadas

Aparte de las grandes fracturas que señalamos, no hemos visto otra cosa sino roturas locales; nuestra observación nos indica por el contrario, que entre las grandes fallas, las formaciones son muy continuas. Las fallas y roturas accesorias, incluso donde son más aparentes, como ocurre en el gran afloramiento de margas de tipo Bañolas, del Valle de Mieras, nos parecen muy difíciles de sistematizar. Existan o no existan las fracturas que señala CHEVALIER, somos de opinión que en todo caso, su representación en conjunto, conduce a error, pues no hace resaltar la diferencia fundamental de categoría entre uno y otro orden de fracturas.

Tampoco estamos, por consiguiente, conformes con el estilo de repetidas fracturas que rige sus cortes de acuerdo con los sistemas de fallas por él establecidos.

En las zonas C y D, los plegamientos son intensos y violentos, tanto más cuanto más al Norte vayamos; presentan a menudo el carácter de pliegues-fallas, y a veces constituyen verdaderas líneas de cobijadura, como por ejemplo, la que va desde Olot, por Ridaura y S. de Vallfogona, Las Llosas y Vilada, hasta la región de Berga,



donde se complica con la cobijadura del Eoceno por el Secundario, continuando hacia el Oeste, cuyas características hemos estudiado y descrito en nuestro estudio sobre el borde Sur del Pirineo Catalán (primera parte).

El volcanismo

No podríamos terminar esta reseña sin mencionar siquiera fenómeno tan típico de esta región. Por su interés especial como zona volcánica joven, y bien conservada, ha sido estudiada con todo detalle por los especialistas en estas cuestiones (1). Allí puede documentarse el lector sobre todas sus características, pero si se contenta con

(1) «Bibliografía de la región volcánica de la provincia de Gerona» y «Catálogo de los volcanes de la provincia de Gerona», M. SAN MIGUEL DE LA CÁMARA. Bulletin Vulcanologique, Union géodesique et géophysique internationale. 1927. Nápoles.

obtener una impresión del carácter de estos fenómenos volcánicos, pueden quizás servirle nuestras breves impresiones directas. Por lo demás, no creemos, por la época en que se han hecho los últimos estudios que conocemos, que ninguno de los geólogos que allí han trabajado, haya tenido oportunidad de representar los volcanes en tan buen mapa como lo es el nacional a escala 1:50.000. De aquí que nos atrevamos a pensar que nuestro mapita, si bien a una escala tan pequeña, representa de manera más fiel y exacta la verdadera configuración y extensión de las coladas volcánicas, puesto que es reducción directa de los mapas geológicos obtenidos cuidadosamente a escala 1 : 50.000 (1).

El fenómeno es muy reciente; geológicamente hablando pudiera haber ocurrido ayer. Las coladas cubren el Eoceno y parte del Cuaternario.

Es fenómeno accesorio, que no ha modificado la estructura geológica de la región, y su fisonomía solamente en los contornos en que se presenta.

Los aparejos volcánicos son rudimentarios. Un cuello o chimenea, de pequeñas dimensiones, rasga el Eoceno, vertiendo por un lado la colada lávica, que sigue el curso natural de los relieves existentes. Los fenómenos volcánicos se han producido muy tarde en el Cuaternario, cuando la topografía era ya la actual. Así, las coladas han vertido por el valle más próximo, siguiendo la máxima pendiente y rellenando la cuenca hasta el nivel correspondiente, y han llegado tan lejos como lo han permitido el

(1) M. CHEVALIER (loc. cit.) da un mapa muy interesante de los volcanes de la zona de Olot, y muy completo desde el punto de vista vulcanológico. Es asimismo muy interesante la historia que hace de la era cuaternaria y de los fenómenos volcánicos.

grado de fluidez y la velocidad de enfriamiento de las lavas.

Fenómenos de carácter explosivo, de tipo stromboliano, que acompañaron a la erupción, dieron lugar al lanzamiento de escorias, bombas, pelotas y cenizas que se depositaron alrededor del cuello formando cráter, o bien, si su ligereza lo permitía, fueron arrastrados por los huracanes, formando depósitos eólicos, algo alejados de los aparatos volcánicos.

La potencia de los depósitos que forman el cráter es generalmente pequeña, y su consistencia no muy grande; su persistencia sólo se explica por su juventud. Lo más frecuente es, que en parte, o a veces casi totalmente, los aparatos volcánicos hayan sido erosionados, y aparece entonces el cuello rodeado de Eoceno y, parcialmente, de escorias.

La acción metamórfica sobre el Eoceno o el Cuaternario es escasa o nula, lo que atestigua la pequeña duración relativa de cada erupción, individualmente considerada, pues como no fueron simultáneas, la duración del fenómeno volcánico, en conjunto, fué más considerable.

Los depósitos de escorias forman en algunos sitios acumulaciones con estratificación perfecta a veces, y, a veces, irregular y cruzada. Estos depósitos, conocidos en el país con el nombre de grederas, salpican las zonas volcánicas con espesores y extensiones variables, reposando ya sobre el basalto, o sobre el Eoceno y el Cuaternario, como permiten reconocer innumerables ventanas de erosión.

No parece que haya una relación inmediata entre el volcanismo y las fallas, pues éstas son anteriores a aquél, pero sí de dependencia. Sin duda que las coladas volcánicas aprovechan las zonas de debilidad creadas por

aquéllas, pero no coinciden necesariamente con ellas, pues varios volcanes están fuera de las grandes líneas de falla, y en algunos no se aprecia, en la superficie eocena, la existencia de roturas. Las perforaciones parecen entonces como producidas con sacabocados. Así, pues, creemos que un fenómeno no rige fundamentalmente al otro, si bien esto no es sino una impresión obtenida de la observación de las circunstancias en general, sin que medie un estudio detallado de la cuestión desde el punto de vista vulcanológico.

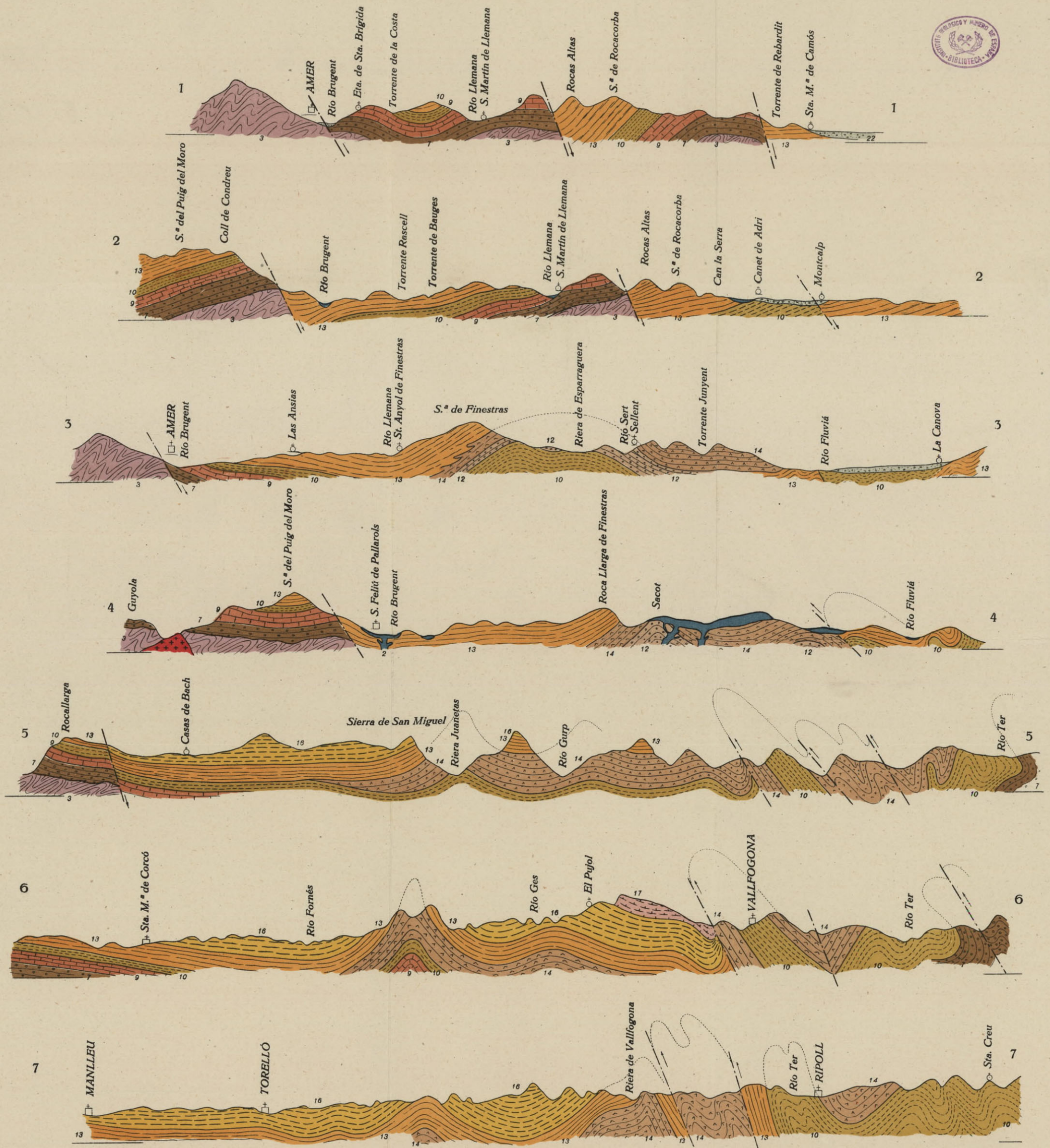
El fenómeno es sumamente curioso e interesante, y lo será seguramente para todo el que, como nosotros, lo observa por primera vez, y en sitio tan privilegiado por su magnífica conservación. Las coladas basálticas, muchas veces con sus grandes paredones en estructura en órgano, y las grederas, prestan una belleza un poco sombría y muy peculiar al paisaje, que acompañado unas veces de lujurriante vegetación, y otras veces desnudo, tiene, en ocasiones, grandeza.

Cortes geológicos

Hemos considerado que, para que este trabajo ayudase a formar una idea clara de la constitución geológica de la región, era imprescindible acompañarlo de los cortes geológicos más representativos.

Los que damos ahora acompañando a estas notas, son reproducciones, a escala 1:100.000, de otros trazados a escala diez veces mayor, y utilizando un gran número de medidas obtenidas a lo largo de itinerarios cruzados en red muy densa. Este hecho, y el de que en los cortes originales se haya utilizado la misma escala para las dimensio-





Fallas por distensión

Fallas por compresión

Escala { Horizontal 1:100.000
Vertical 1:50.000

nes verticales que para las horizontales, dan a los cortes otro valor que el de un mero esquema. En éstos, y para lograr una visualización más rápida del relieve, se ha adoptado para las verticales una escala doble que para las horizontales.

Espesores de las distintas formaciones eocenas

Aunque en los cortes se pueden apreciar los espesores típicos aproximados de las diversas formaciones eocenas, incluimos la siguiente relación de espesores apreciados a la vista, o deducidos, en algunas localidades de carácter más señalado. Tan interesante como la estima de valores absolutos en los espesores, lo es la de los valores relativos, y ésta se aprecia rápidamente en las columnas estratigráficas que constituyen la explicación de los símbolos eocenos del mapa. Las cifras que se dan a continuación constituyen solamente una aproximación.

YPRESIENSE.

Zonas A y B [7].—En Roca Llarga, 220 metros. En la Guyola, 120 metros. En Coll de Condreu (en la base), 200 metros.

Zona C [8].—En Montmayor (incompleto), 450 metros. En Pobra de Lillet, 300 metros.

LUTECIENSE INFERIOR (calizas de *nummulites*).

Zonas A y B [9].—En Roca Llarga, 160 metros. En Juanetas, 200 metros. En Coll de Condreu, 175 metros. Entre Amer y San Martín de Llemana, 200 metros. Al pie de Rocacorba, 350 metros.

LUTECIENSE MEDIO (margas de Bañolas).

Zonas A, B y C [10].—En Roca Llarga, 120 metros. En Juanetas, 170 metros. En Coll de Condreu 80 metros. Entre Amer y San Martín de Llemana, 150 metros. Al pie de Rocacorba, 400 metros. En la collada de Pujarnol, 400 metros visibles. En Vallfogona, 500 metros visibles. En San Juan de las Abadesas, 500 metros visibles.

BASE DEL LUTECIENSE SUPERIOR (con *nummulites*) [12].—Al pie de Finestras, 140 metros. En la Sierra de Trentinya, 300 metros. Entre el Torn y la parroquia de Besalu, 400 metros. En Sellent, 500 metros.

LUTECIENSE SUPERIOR [13].

Zonas A y B.—En Rocacorba (incompleto), 600 metros. En Rocas Altas (incluyendo probablemente el Auversense incompleto), 950 metros. En la Sierra de Trentinya (espesor incompleto, incluyendo la cuña de tramo rojo intermedio), 900 metros. En la Sierra de San Miguel de Juanetas, 300 metros. Entre Santa María de Besora y San Vicente de Torelló, 350 metros.

Zona C.—Cerca de Palau de Montagut, 460 metros. Hacia Castellar de la Montaña, 650 metros.

AUVERSIENSE (margas de Manlleu) [16].

Zona A.—Al Norte de Rupit y de Santa María de Corcó (incompleto), 450 metros. En el Pujol, al Norte de Vidrà, 600 metros. Hacia San Quirico de Besora, 550 metros. Entre San Baudilio de Llusanes y Sora (incompleto), 250 metros.

TRAMO ROJO INTERMEDIO [14].—En la Sierra de Trentinya, 120 metros. Al pie de Finestras, 150 metros. Entre Sacot

y Mieras, 500 metros. En San Julián, 500 metros. En el anticlinal de Juanetas, 550 metros.

BARTONIENSE [17].—En el Serrat de Boada (incompleto), 150 metros. Al Norte de Pujol (incompleto), 250 metros. Entre San Baudilio y Sora (incompleto), 350 metros.

RESTANTES FORMACIONES EOCENAS [15].—Desde el Ypresiense hasta el Oligoceno se han visto, al Sur de Pobla de Lillet, y en el sinclinal eoceno-oligoceno que hay entre aquella población y Vilada, más de 2.000 metros de sedimentos eocenos.

Los espesores eocenos, como se ve, son muy considerables, dando un máximo superior, desde luego, a los 2.000 metros, en las zonas que actualmente constituyen las laderas Sur de Finestras, hacia San Felú de Pallarols, y también inmediatamente al Norte de dicha Sierra.

Los regímenes de aguas tranquilas correspondientes a la sedimentación de margas (Luteciense medio y Bartoniense), han dado lugar a firmes espesores.

También la sedimentación del Luteciense superior es potente. Unido este dato al de su carácter detrítico, se puede deducir que se ha efectuado en aguas someras, y en un mar cuyo fondo muy uniforme, descendía muy lentamente.

Esquema de la historia geológica de la región

Si tratamos de reconstruir la historia geológica de la región, a partir de las consideraciones expuestas y de las facies descritas, llegamos a las siguientes conclusiones (que pudieran variar, quizás, si se extendiese la observación a un área más grande):

Un macizo paleozoico parece haber quedado emergido alrededor de la masa del Montseny. No podemos llegar a una conclusión, a base de la observación local, de si la emersión fué absoluta o se trataba simplemente de un zócalo, que elevado en el fondo de los mares secundarios, separaba a ambos lados sendas depresiones; este zócalo pudiera no haber estado, pues, totalmente emergido, sino sólo temporalmente, de modo que diera lugar a la deposición intermitente de depósitos secundarios de tipo continental o costero. El área paleozoica, sobre cuya observación pudiéramos apoyar nuestras deducciones, es demasiado pequeña para sentar una afirmación rotunda.

No obstante parece más bien que la emersión, de edad herciniana, haya sido absoluta y permanente (1), de modo que a partir de entonces la falta de sedimentación ha originado una larga laguna estratigráfica que abarca las últimas facies paleozoicas y todo el período secundario. Mientras tanto, la erosión ha hecho desaparecer en parte la cobertura paleozoica, dejando al descubierto la zona metamórfica primero, y finalmente la masa hipogénica de tipo granítico; esta última presenta características intrusivas, de modo que se ha asimilado, por digestión, los sedimentos arcaicos y paleozoicos que han llegado a su alcance, y ha metamorfizado cierto espesor de los restantes, todo ello como efecto consecuente de los plegamientos que levantaron el macizo.

Este macizo, durante todo el tiempo que transcurrió entre los plegamientos hercinianos que lo hicieron surgir y el terciario, se hundía hacia el Norte, o más bien hacia el NO., bajo un mar bastante permanente, pues si bien

(1) Los conglomerados ypresienses parecen, en efecto, desprovistos de cantos de calizas secundarias. Su estudio detallado podría, probablemente, contribuir a aclarar este punto.

los depósitos secundarios faltan hacia el Montseny, donde el Ypresiense se apoya directamente sobre la masa hipogénico-paleozoica, existen hacia el Pirineo, donde se depositan formaciones carboníferas, permo-triásicas, triásicas, jurásicas y cretácicas. Estas presentan algunos hiatos, que demuestran, junto con alguna formación continental, la existencia de oscilaciones en el fondo marino.

No obstante lo cual, el carácter del mar situado al Norte y NO., se puede considerar como permanente. La posición de la línea de costa a lo largo de tan extenso período de tiempo fué sin duda muy variable, y el hecho de que toda la región esté cubierta por sedimentos terciarios no aflorando, salvo en el borde Norte, formaciones inferiores al Ypresiense, impide tener clave alguna para seguir sus variaciones durante el Secundario.

Al final de este período debió ocurrir una disminución tan grande de la profundidad de los mares, con régimen muy variable de abundantes oscilaciones, que se origina un régimen mixto entre continental y marino, donde ambas facies alternaban vertical y lateralmente, dando lugar a las típicas formaciones garumnenses.

En la aurora del Terciario tiene lugar un aumento de las superficies marinas. Los mares avanzan sobre la masa paleozoica del Montseny, cubriéndola someramente y dando origen a un régimen precisamente muy parecido al anterior (al Garumnense), donde alternan las formaciones continentales ypresienses de *Bulimus gerundensis* y facies lateríticas, con las marinas de alveolinas (1). Ambos regímenes se continúan sin interrupción aparente, ni tránsito brusco, en algunas zonas locales, donde no se señala el

(1) Por referencias de D. AGUSTÍN MARÍN, sabemos que estas mismas oscilaciones se presentan en la zona de Manresa.

cambio. Pero en general, donde los mares secundarios eran más profundos, es donde lógicamente se reproduce el régimen típicamente marino, y allí, sobre las formaciones garumnenses, se depositan otras ypresienses de puro carácter marino, que dan origen a margas azules y a potentes bancos de calizas alveolinas.

El avance de los mares, tras las oscilaciones ypresienses, continúa firmemente durante el Luteciense inferior en dirección al Montseny, de modo que la transgresión eoceca rebasa considerablemente los límites de la cretácea. Se depositan masas calizas cada vez más desprovistas de elementos detríticos, indicando una mayor lejanía de las costas. Las que se depositan últimamente son, además, más margosas. Estas aportaciones arcillosas, denotando un régimen de aguas verdaderamente profundas, son cada vez más abundantes, y dan lugar, durante el Luteciense medio, a la deposición de espesores notables de margas: las margas de Bañolas.

El final del Luteciense medio señala un alto en el avance de los mares, que se estabilizan. La deposición de yesos en la última etapa de este régimen (1) nos parece que indica que el mar quedó aislado, originándose las condiciones propias para una saturación y deposición de yesos en los fondos.

Enseguida, la aparición de elementos detríticos, aun en régimen marino, indica una disminución en la profundidad de los mares, con extensas formaciones del tipo flysch, y los rápidos cambios laterales y verticales indican a su vez un régimen de suma inestabilidad, donde se depositan las formaciones detríticas correspondientes al Luteciense superior.

(1) Ver en las páginas 90-95 las conclusiones referentes a las edades de estos yesos y su posible origen.

Etapa muy larga, a la que corresponde la formación de potentes sedimentos marinos de caracteres bastante variables. Hacia el final de esta época, los mares vuelven a avanzar en dirección a la cordillera prelitoral, actualmente sumergida; las formaciones más altas del Luteciense superior se cargan de nuevo de arcillas, y cada vez más hasta llegar a constituirse las típicas formaciones auversienses de las margas de Manlleu, nunca tan puras ni desprovistas de aportación detrítica como las de Bañolas. El descenso del fondo marino es lento y gradual, y permite la deposición de grandes espesores de esta facies sin que llegue a desaparecer nunca enteramente la aportación de finas arenas.

El régimen marino continúa durante el Bartonense, dando lugar a la formación de bancos coralígenos, y al final de este período, los movimientos que hasta ahora habían tenido un limpio carácter epirogénico, de oscilaciones y elevaciones y descensos graduales de los fondos marinos, empiezan a adquirir la violencia de los movimientos orogénicos, anunciando los plegamientos alpinos, que arrancan toda esta extensión de los fondos marinos. La clave para la determinación de las edades de estos plegamientos, no reside en esta área que describimos. Parece que se han propagado de O. a E. durante todo el período Oligoceno, con violencia máxima hacia su final. La mitad Sur fué poco afectada por estos plegamientos, pero en la mitad Norte se originan pliegues muy violentos con desgarre, y unas largas líneas de pliegues-falla, que por su importancia y continuidad pueden ser consideradas como verdaderas cobijaduras.

Pasado el Oligoceno, las fuerzas incansables de la erosión van modelando el terreno, configurado por los plegamientos, y posteriormente por las fallas, y la calma de este proceso no se ve alterada, en gran escala, hasta la apari-

ción, ya en el Cuaternario, del aparatoso, pero efímero, fenómeno volcánico. En la actualidad observamos el terreno casi como pudiéramos haberlo hecho al terminar la última manifestación externa del vulcanismo.

Los yesos

En los mapas que acompañan, hemos señalado, con un número de orden, cada una de las localidades en que hemos observado la presencia de yesos. Vamos a describir ahora las características de cada uno de estos yacimientos (1).

[1] Localidad: kilómetro 26,300 de la carretera de Olot a Bañolas.

Descripción: Yesos blancos, en grandes bancadas que se explotan en la actualidad. La extensión superficial del asomo es pequeña. Están depositados entre capas de margas de Bañolas, cuya disposición aquí es casi horizontal, y en la parte alta de las mismas, cerca ya de la base de los maciños y areniscas lutecienses superiores.

Edad: Parte alta del Luteciense medio.

[2] Localidad: Collet de Guixeras, del término de San Miguel de Campmajor.

Descripción: Potente bancada de yeso blanco fibroso, dispuesto en capas finas y bien estratificadas. Aspecto alabastrino. Parecen estar depositados justamente en el contacto entre las margas azules, tipo Bañolas, y los maciños del Luteciense superior. La extensión superficial del asomo es pequeña.

(1) La numeración de la descripción, corresponde a los números rojos del mapa en negro.

Edad: Límite superior del Luteciense medio.

[3] Localidad: Orilla izquierda del río Ser, como a un kilómetro al Oeste de Serriñá.

Descripción: Bancos muy potentes de yesos blancos, que son objeto de una activa explotación. Los datos que poseemos no son muy completos, pero su posición es, sin duda, análoga a la del yacimiento anterior. Están, pues, situados en el contacto entre las margas de Bañolas y los maciños.

Edad: Límite superior del Luteciense medio.

[4] Localidad: En las proximidades del Collell, pero todavía en el término de San Miguel de Campmajor.

Descripción: Pequeño asomo de yesos blancos, cuyo aspecto es análogo a los de la localidad [2]. Están situados en las margas de Bañolas, pero en su parte alta, cerca ya de la base de los maciños, que aquí contienen *nummulites* muy abundantes y de gran tamaño.

Edad: Parte alta del Luteciense medio.

[5] Localidad: En las escarpas que constituyen la orilla derecha del Fluviá, frente a Argelaguer, y también un kilómetro más al Este, en el barranco que desemboca en el Fluviá, frente al río Burró.

Descripción: Sin más datos específicos que su presencia. Encajan en las margas de Bañolas, y como en los yacimientos anteriores, ya hacia su parte alta, cerca o en el contacto casi de las areniscas y maciños que las cubren.

Edad: Parte más alta del Luteciense medio.

[6] Localidad: En las proximidades de Tortellá, y además al Este de la población.

Descripción: En pequeños asomos que afloran en zona bastante extensa, y sin más datos específicos que su presencia. Es difícil precisar con exactitud su posición estratigráfica, porque aparecen esporádicamente entre la

formación cuaternaria que los cubre. Están asociados a margas más calizas que el tipo normal de las de Bañolas, como corresponde al carácter de éstas en la zona de que se trata y que probablemente pertenecen a aquella formación.

Edad: Casi seguramente Luteciense medio.

[7] Localidad: Al Norte y NE. de Montagut, a distancias que varían entre uno y dos kilómetros.

Descripción: Sin más datos que su presencia, apreciada en área relativamente extensa. Encajadas en las margas de Bañolas, con carácter calizo. Aquí están algo más alejadas del contacto de éstas con las areniscas que las cubren.

Edad: Luteciense medio.

[8] Localidad: Rodeando las cotas de la Collada de la Cau, al Sur de Castellar de la Montaña, y también frente a esta localidad.

Descripción: Potentes asomos de yesos, en bancos constituídos por capas muy trastornadas. Se presentan en asomos discontinuos en una zona bastante extensa. Estos yesos ya no aparecen en las margas tipo Bañolas, sino por encima de éstas, en las areniscas y maciños que las cubren, que aquí tienen un carácter bastante margoso.

Edad: Parte baja del Luteciense superior.

[9] a [17] Situación: En las proximidades de la carretera de Olot a Ripoll y a lo largo de ella, entre esta población y el collado de Coubet. El número de afloramientos es mucho mayor que el figurado, pero por la escala del mapa es imposible representarlos todos.

Características: Son yesos blancos, fibrosos, interestratificados; forman un rosario de lentejones a lo largo de la estrecha faja de margas que corre de Este a Oeste, por Vallfogona y Ripoll. Constituyen varios nivelitos muy próximos y difíciles de seguir, por estar la formación trastor-

nada. Hemos podido distinguir dos niveles muy próximos en la parte alta de las margas del Luteciense medio, y un nivel en las capas arenosas superiores, que aparecen siempre cerca del contacto con el tramo rojo intermedio. Este último nivel suele ser más potente, y generalmente es el que se explota. Existen canteras en [18], [19] y [20], siendo la primera la más importante.

Edad: Parte superior del Luteciense medio y base del superior.

[18] Situación: Al SO. y junto a San Juan de las Abadesas, en la margen izquierda del río Ter.

Características: Afloran los yesos inmediatamente bajo el tramo rojo, en varios lentejones de alguna potencia, con el mismo aspecto que los anteriores.

Edad: Base del Luteciense superior.

[19] Situación: Junto a Campdevanòl, en la margen derecha del río Merdas, cerca de su confluencia con el Freser.

Características: Idénticas a las de los anteriores; están debajo del tramo rojo y se explotan en una importante cantera.

Edad: Base del Luteciense superior.

[20] Situación: En Matamala, junto a la carretera de Borrredá a Las Llosas.

Características: Yeso fibroso, blanco o gris, en masas muy trastornadas, interestratificadas en las margas, junto al contacto anormal de éstas con el tramo rojo.

Edad: Parte alta del Luteciense medio.

[21] Localidad: A la orilla derecha del río Arija, unos dos kilómetros al Este de Poble de Lillet.

Descripción: Grandes masas de yesos blancos sobre capas de margas y pizarrillas oscuras muy trastornadas. Están en la inmediata proximidad de un afloramiento de mar-

gas y yesos del Keuper, que tiene allí carácter diapírico. Los típicos y rutilantes colores de estos últimos los separan de los eocenos al primer golpe de vista. Los yesos encajan en margas, que probablemente corresponden aún a las del tipo Bañolas. Están en la inmediata proximidad, o en el mismo contacto de los bancos más detríticos, de areniscas y maciños, que se superponen a las margas.

Edad: Entre el Luteciense medio y el superior.

[22] Localidad: Un kilómetro al Norte de Borredá. Hay otro yacimiento más abundante, pero de las mismas características, dos kilómetros al Norte de la localidad mencionada.

Descripción: Yesos cristalinos, distintos de los yesos en masas blancas fibrosas o sacaroideas predominantes en los afloramientos mencionados hasta ahora. Aquí aparecen subordinados, y son accesorios, a las capas que acompañan. Se encuentran en banquitos intercalados entre maciños y areniscas, bien estratificados, que a su vez alternan con margas hojosas, grises o rojas, con abundantes fósiles. Por encima, bastante separadas, quedan capas con grandes y abundantes *nummulites*.

Edad: Luteciense, y probablemente altos dentro del Luteciense superior.

[23] Localidad: A ambos lados del torrente de Llinás, y comenzando a presentarse un kilómetro aguas arriba del puente de Llinás.

Descripción: Mancha bastante extensa de yesos cristalinos, en bancadas bien estratificadas y bastante trastornadas. Faltan datos más detallados por extravío de la hoja de campo correspondiente a esta estación. Están situados en capas de maciños y areniscas, con *nummulites* y equínidos. Cerca hay un asomo de margas de aspecto idéntico a las de Bañolas, pero estando todas estas formaciones muy

trastornadas por las cobijaduras contiguas es arriesgado aventurar hipótesis acerca de su posición exacta.

Edad: Evidentemente Luteciense.

[24] Localidad: Proximidades de Pedrá.

Descripción: Yesos blancos, en margas del tipo de las que se vienen denominando de Bañolas. Por estar en zona de trastornos, no podemos apreciar bien su posición relativa.

Edad: Probablemente Luteciense, pero sin que podamos precisar de qué parte o tramo.

Observaciones finales

En las páginas anteriores hemos presentado, en forma bastante esquemática, la constitución geológica de tan interesante región, tal como se deduce utilizando únicamente nuestras propias observaciones.

El trabajo detallado, del cual se han extractado estas notas, fué realizado sin el menor conocimiento previo de la geología de la región, ni de los trabajos anteriormente ejecutados, y todos los hechos expresados en éste, tienen, por consiguiente, el valor de observaciones originales.

Este modo peculiar de realizarlo, que no fué elegido por nosotros, sino impuesto por las circunstancias, tiene también sus ventajas. La principal consiste, en que la imaginación se ve absolutamente libre de las impresiones y sugerencias que pudieran dejar en nuestro ánimo las opiniones de nuestros antecesores en la región, así es que toda coincidencia con sus conclusiones constituye una confirmación.

Cuando una vez formada nuestra idea y dibujados los mapas, consultamos algunas de las obras más completas y

modernas, apreciamos que habíamos llegado en algunos puntos importantes a conclusiones distintas de las establecidas y aceptadas comúnmente hasta ahora.

Por otra parte, tuvimos la suerte de poder volver a visitar de nuevo, con algún detenimiento, las zonas polémicas, y ya con pleno conocimiento de las discrepancias, no hemos encontrado, sin embargo, razón para apartarnos de nuestras propias opiniones.

La diferencia fundamental estriba en apreciar que las margas de Bañolas y las de Manlleu, que hasta ahora parecen haberse considerado por casi todos los autores como coetáneas, están separadas por respetables espesores de sedimentos. Esta variación en la estratigrafía, se refleja en otros varios puntos, como es, por ejemplo, la apreciación de los espesores eocenos, que resultan notablemente acrecentados.

Hemos considerado pues, necesario analizar, si bien sea rápidamente, las discrepancias con otros autores, para tratar de demostrar que, en efecto, ha habido confusión en la apreciación de la estratigrafía eocena. De paso comentaremos ordenadamente otros puntos de analogía o diferencia, que nos conviene hacer resaltar.

Referentes a la estratigrafía

GARUMNENSE.—Consultando la literatura sobre la región catalana, hemos visto que durante muchos años dudó VIDAL (1) antes de atribuir al Ypresiense el *Bulimus gerundensis*.

(1) En su trabajo «Edad de las capas con *Bulimus gerundensis*» (Real Acad. de C. y A. de Barcelona, 1933), las da como garumnenses por soportar capas con calizas de alveolinas. En las reuniones celebradas en Barcelona por la Sociedad Geológica de Francia (Bol. de la

Tampoco fué el único geólogo que dudó en este caso. Insistimos, pues, en que el examen litológico no basta para separar el Garumnense y el Ypresiense en esta región, donde su aspecto es tan parecido. Cuando faltan los documentos paleontológicos, sólo unas condiciones estratigráficas muy claras, permiten afirmar rotundamente que se trata de uno u otro piso.

Correspondió sin duda la etapa Garumnense-Ypresiense, a un régimen transitorio ininterrumpido, que era regresivo en el Garumnense y transgresivo en el Ypresiense, siendo en esta zona de mayor alcance la transgresión que la regresión, de modo que los límites del Garumnense son rebasados por el Ypresiense.

EOCENO.—Nos parece que en general, y dentro de ciertos límites, la división del Eoceno en Cataluña ha sido hecha por todos los geólogos, mucho más por comparación de las facies litológicas que por su contenido paleontológico (1). De aquí que, a pesar de ser región tan estudiada, no se llegue nunca a una clasificación, en el detalle, de tipo definitivo. No hay casi nunca coincidencia en la apreciación de los límites inferior y superior de cada división.

Nosotros reconocemos que nuestra división se ha hecho también prestando atención principalmente a los conjuntos litológicos y comprobando después las faunas.

S. G. de F., vol. 26, 1898) las atribuye ya al Eoceno inferior, por identificarlas con las margas rojas de *Paludina aspersa*, que en Berga están sustentadas por calizas de alveolinas, base constante de la formación numulítica, como ya CAREZ había afirmado intuitivamente.

(1) Tanto MALLADA como VIDAL proponen la división en: Numulítico inferior calizo, numulítico margoso y numulítico superior de maciños y conglomerados, por no existir, según ellos, datos paleontológicos suficientes para establecer otras subdivisiones (Explicación al Mapa Geológico de España).



Creemos que la falta de unanimidad en las clasificaciones es debida, por un lado, a la poca fijeza de las especies fósiles, especialmente de los foraminíferos, como fósiles más típicos y útiles de estas formaciones. Por ahora, por consiguiente, aun se procede a la inversa, es decir, dividiendo por caracteres litológicos y tratando de precisar desde dónde hasta dónde alcanza cada especie. También es posible que influya en ello la dificultad en la clasificación de los *nummulites*, prestándose a errores que introducen confusión.

Lo mismo ocurre con las demás clases de fósiles, añadiéndose la dificultad de no existir en ninguna obra fundamental que conozcamos, una fauna tan parecida a ésta, que permita apreciar, por una parte, cuáles son las especies que realmente fijan y, por otra parte, cuáles son sus edades.

EOCENO INFERIOR.—Hemos llamado Ypresiense a: La formación que VIDAL designaba con el número 2 en su clásico corte de San Clemente de Amer; que CHEVALIER denomina Eonumulítica; SAN MIGUEL y MARCET, Ypresiense; DALLONI le llama Thanetiense, pero no parece conocer que en la parte baja del tramo rojo detrítico existen también las alveolinas. ASHAUER incluye además el Luteciense inferior, en los 80 metros primeros de capas de *Bulimus*, que en Amer existen sobre el Paleozoico. SOLÉ y LLOPIS le llaman Paleoceno.

En cuanto a la faja del Norte, a causa de que la facies es distinta, y muy bien caracterizada por las margas y calizas de alveolinas, hay una mayor unanimidad.

LUTECIENSE INFERIOR.—Nuestro Luteciense inferior equivale a: Los tramos 3 y 4 del corte de VIDAL, y que mientras

consideró las capas de *Bulimus* como garumnenses, constituían para él, como para MALLADA, el Eoceno inferior calizo. CHEVALIER llama a estas margas lutecienses, atribuyéndoles todo el conjunto del piso. Lo mismo SAN MIGUEL y MARCET. En DALLONI, y referente a la zona Sur, no encontramos ninguna referencia, así es que no podemos identificarlo con exactitud; en el mapa designa este área como Eoceno medio. ASHAUER lo designa como Luteciense medio, con 60 metros de espesor en Gerona. Estos mismos 60 metros los dividen SOLÉ y LLOPIS, considerando los 10 de la base como Luteciense inferior y los 50 metros restantes, como Luteciense medio.

LUTECIENSE MEDIO (margas de Bañolas).—Corresponden a los tramos 7 y 8 del corte de VIDAL. CHEVALIER, SAN MIGUEL y MARCET las consideran bartonienses. Corresponden a las margas del Luteciense inferior y medio de DALLONI. No encontramos clara la referencia de ASHAUER por no entender si los 350 metros de flysch calizo que menciona en Bañolas se refieren a las margas de Bañolas o al tramo detrítico que aquéllas sustentan, aunque es lógico suponer que se refiere a este último.

Nos parece más bien que las coloca, junto con las margas azules de Vich y Manlleu, en el Bartoniense. Nuestro Luteciense medio corresponde, con seguridad, a las margas azules de Sarriá de Ter, que SOLÉ y LLOPIS atribuyen al Luteciense superior.

Así pues, no es en las margas de Bañolas donde reside la discrepancia. Su posición es bien clara. Conviene hacer notar que en muchas zonas soportan gruesos bancos calizos (muy bien marcados en la zona de Sallent, entre Mieras y Santa Pau), donde constituyen una verdadera lumaquilla de *nummulites* (*Nummulites perforatus rouaul-*

ti), y gran cantidad de otros fósiles de órdenes más elevados.

LUTECIENSE SUPERIOR.—El conjunto de formaciones que designamos con este nombre corresponde: a los tramos 9 (?) y 10 de VIDAL. A las areniscas bartonienses y conglomerados ludienses de La Salud, según la clasificación de CHEVALIER. SAN MIGUEL y MARCEY, lo dan también como bartoniense-ludiense. No podemos establecer con exactitud la correspondencia con la clasificación de DALLONI, porque éste no hace referencia a la zona Sur, que es a la que nos estamos refiriendo. Creemos que se trata de las areniscas y conglomerados, que situados encima de unas margas azules con abundantes moluscos, equínidos y *nummulites*, coloca en la parte más alta del Luteciense.

AUVERSIENSE (margas de Manlleu).—Es en la clasificación de este tramo donde reside la base de nuestras discrepancias. La posición que según nosotros tienen estas margas, nos obliga a alargar la serie eocena, rebajando algo la posición de los tramos inferiores a estas margas con respecto a las series anteriormente establecidas.

Apoyamos nuestra opinión, principalmente, en los hechos siguientes:

Las areniscas o maciños que forman las cumbres de Serrat Gros, Roca Llarga y Finestras, descienden constantemente hacia el valle del Brugent (San Miguel de Pineda, Coll Bas). Al parecer no se interrumpe nunca la continuidad de las capas que cada vez son más modernas y más margosas, llegando a constituir verdaderas margas con muchas *discocyclinas*, fósiles que no abundan hasta el Eoceno superior. Creemos, pues, que estas margas representan allí la serie de Manlleu, y están evidentemente por

encima de las margas de Bañolas, con que suelen identificarse aquéllas, y separadas de ellas por varios cientos de metros de sedimentos. Además soportan las capas de calizas y areniscas de Puig Blanch, Collet de Miranda y Serrat de la Boada, con una fauna coralígena indiscutiblemente bartoniense.

Por otra parte, en Puig Se-Calm y en el anticlinal de Juanetas, se puede seguir ininterrumpida y concordantemente, la siguiente serie completa (fot. 2): margas rojas ypresienses, calizas de *nummulites* del Luteciense inferior, tramos de margas del Luteciense medio (correspondientes al nivel de Bañolas), tramo rojo intermedio, areniscas y maciños del Luteciense superior y, finalmente, otra potente formación de margas (nivel de Manlleu).

Pero además, las faunas de las margas de Bañolas, aunque de distribución muy irregular, son muy uniformes, y los ejemplares que mencionamos han sido observados y recogidos por toda su extensión, es decir, prácticamente en todas las zonas en que las señalamos en el mapa. Otro tanto podemos decir de las de Manlleu, y ambas son muy distintas.

De los *nummulites*, sólo la asociación *perforatus-rouaulti*, que parece cubrir todo el Eoceno medio y superior, es común a ambas margas. En las de Bañolas encontramos el *N. laevigatus*, más bien bajo en el Eoceno, y en las de Manlleu el *N. striatus*, indudablemente alto, y uno de los pocos fósiles que por ahora clasifican con certidumbre en el Eoceno catalán. Las discocyclinas no existen en las primeras y son abundantísimas en las segundas.

En las margas de Bañolas se encuentran infinidad de pequeños equínidos del tipo del *Opissaster* aff. *gregoriei*, que no aparece en las margas de Manlleu; éstas presentan más bien equínidos de tamaño grande y variados tipos.

Podría aún continuarse la comparación con los órdenes restantes, pero nos parecen menos significativos.

No obstante, reconocemos que nos falta una comprobación, que consiste en recorrer la serie partiendo de Manlleu, en dirección a Vich y a la cordillera prelitoral. En este corte debería repetirse la serie que hemos observado al ascender al Se-Calm. Por ahora no nos ha sido posible efectuar en el campo esta comprobación, y hemos recurrido al estudio que de la «Plana de Vich» hizo ALMERA (1).

Este geólogo también atribuye a las margas de Vich (continuación de las nuestras de Manlleu), la edad Auversiense. La equivalencia exacta, para los tramos inferiores de la serie, resulta difícil de establecer; la misma comparación de espesores nos indica que las variaciones en las características de las formaciones son muy grandes, cuando saliendo de nuestra zona nos dirigimos hacia el Sur. No obstante, nos parece que la equivalencia de los maciños estériles que señala bajo las margas azules auversienes (nivel 9), con nuestro Luteciense superior es muy clara. No es tan fácil establecer la identidad de las margas de Bañolas con los niveles que él señala, pero por el contenido en fósiles corresponden con probabilidad a sus niveles 6, 7 y 8, o bien sólo a parte de ellos.

De todos modos es indudable que ALMERA vió, como hemos visto nosotros, dos niveles margosos fosilíferos distintos, de edades Luteciense medio y Auversiense, respectivamente, separados por capas de maciños estériles, o casi estériles, de edad Luteciense superior, que corresponde a la misma división a que nosotros hemos llegado independientemente.

(1) «Descripción geológica y génesis de la titulada Plana de Vich», por J. ALMERA. Mem. de la R. Acad. de C. y A. de Barcelona, 3.^a época. vol. V, n.º 20. 1905.

La correspondencia con la clasificación de CHEVALIER no es clara, puesto que sus consideraciones se refieren a las margas del tipo de Bañolas. Tampoco DALLONI se refiere directamente a ellas. ASHAUER las atribuye al Bartoniense. En la obra de SOLÉ y LLOPIS se asimila las margas de la Plana de Vich a las de Bañolas, pero citan unas margas y areniscas (de Madremanya y San Martín Vell) con la misma fauna de *nummulites* que las de Manlleu, y las atribuyen al Auversiense-Bartoniense, diferenciándolas por cierto de las margas de Sarria de Ter (o de Bañolas), que consideran lutecienses.

BARTONIENSE.—Todos los autores que han estudiado estas formaciones, con bancos coralígenos, las atribuyen al Bartoniense.

Referentes a la paleontología

Hemos de insistir de nuevo en la poca precisión que alcanzan las determinaciones paleontológicas hasta ahora realizadas, como se aprecia al comparar las listas de especies de los distintos autores.

De aquí que resulte aún más interesante el señalar las coincidencias, así como también objetar a la apreciación de las edades de algunas especies fósiles que nos parecen falsas. Referiremos las especies a la clasificación que hemos hecho nosotros de las formaciones.

YPRESIENSE.—Como alveolinas se citan las *A. sub-pirenaica*, *A. elongata* y *A. oblonga*. En las capas rojas el *Bulimus gerundensis*.

LUTECIENSE INFERIOR.—Alveolinas y miliolites, en la ba-

se. *Nummulites lucasanus*, *Nummulites atacicus*, *Assilina pre-espira*.

LUTECIENSE MEDIO (margas de Bañolas).—*Nummulites laevigatus*, *N. granifer*, *Assilina exponens*, *Opissaster peltati*, *O. nux*, *O. aff. gregoriei* (estos pequeños equínidos son abundantísimos), *Ostrea multcostata*, *Ostrea plicata*, *Carditas*, *Naticas*, *Cyprea elegans*.

LUTECIENSE SUPERIOR. — Ostreas y pectínidos (fósiles muy escasos en distribución muy irregular).

AUVERSIENSE (margas de Manlleu).—*Nummulites striatus*, *N. contortus*, *Operculina alpina*, *Discocyclina archiaci*, *D. pratti*, equínidos grandes, *Spondylus*.

BARTONIENSE.—*N. striatus*, *N. contortus*, *Brissoides*, *Chlamys*, coralaris (1).

Entre los fósiles que clasifican poco, y en los cuales objetamos a las edades establecidas por otros autores, citaremos: los *N. perforatus-rouaulti* (abundantísimos), el *Velates Schmideli* (bastante abundante), el *Cerithium giganteum* y la *Serpula spirulea*. Fósiles todos muy citados, y que hemos encontrado, tan pronto hacia la base como hacia la parte alta del sistema, con exclusión del Ypresiense. La *Serpula spirulea* es relativamente abundante en todos los tramos de margas azules, siempre con distribución muy irregular; las hemos encontrado en los niveles de Bañolas, Manlleu y en el de Oliana (aquí bajo el Bartoniense).

(1) «Fauna coralina fósil del Eoceno catalán», L. SOLÉ SABARÍS. Bol. S. E. de H. N. Madrid, 1933.

Sobre los espesores

Las cifras enunciadas para los espesores de algunas series eocenas, y para el conjunto de la formación, no dejarán de haber sorprendido a los lectores, que las habrán considerado con algún escepticismo.

Es lástima que, en general, los geólogos que han estudiado antes que nosotros la región no los estudien de una manera sistemática.

ASHAUER y SOLÉ y LLOPIS (1), son los más explícitos en esta cuestión, y aunque no en forma sistemática, ofrecen cifras y columnas estratigráficas o esquemas que permiten formarse idea de los espesores relativos y de conjunto. Los demás autores lo hacen esporádicamente y sólo para algunos de los tramos.

Hemos deducido las cifras de los espesores de la siguiente forma:

Se han obtenido numerosos perfiles topográficos del mapa 1 : 50.000, a los que hemos llevado las abundantes medidas obtenidas en el campo. Los cortes han sido trazados a escala 1 : 10.000, empleando la misma para verticales y horizontales, de modo que reproducen de la manera más exacta posible la estructura geológica del terreno que representan. Los diversos cortes entrecruzados, obtenidos independientemente, han sido cotejados luego en los puntos de intersección.

Se ha de tener muy en cuenta, al apreciar nuestras cifras, la manera en que han sido obtenidas, y no nos cabe

(1) ALMERA expresa sistemáticamente los espesores de todas las formaciones que describe, pero por su alejamiento de la zona que estudiamos nosotros, los valores no nos sirven como referencia.

duda que se ha de pensar que, en efecto, es la más racional y exacta de deducir los espesores.

Elementos de error en el sistema pueden ser los siguientes:

Existencia de fallas no apreciadas (peligro especialmente interesante en nuestro caso). Recorridos largos en que se puedan tomar pocas medidas, es decir, pequeña densidad de medidas a lo largo de los cortes. Apreciación equivocada de medidas por existencia de planos de diaclasa muy marcados, o causas análogas. Poca exactitud en la determinación de los contactos, error que afecta mucho a los espesores cuando las capas están muy inclinadas.

Estos son los principales elementos de error, que naturalmente hemos tratado de evitar, pero en que podemos haber incurrido.

Casi todos los espesores que mencionamos han sido obtenidos en cortes trazados de esta manera. Siempre hemos observado, a lo largo de nuestra ya extensa práctica del sistema, que los espesores deducidos de este modo suelen ser superiores, a veces notablemente, a los espesores apreciados.

Vamos a comparar rápidamente nuestras cifras con las de otros autores: Para el Ypresiense rojo damos las cifras de 220, 120 y 200 m.; donde nosotros medimos 200, CHEVALIER mide 450 metros. Los espesores que citan ASHAUER y SOLÉ son menores, pero se refieren a otras localidades.

Para el Luteciense inferior medimos como término medio 200 metros, cifra que coincide con la de SOLÉ SABARÍS.

Para el Luteciense medio (margas de Bañolas), cita ASHAUER el espesor de 350 metros, que en la misma localidad es excedido por nuestro espesor máximo en más de 100 metros. En la faja Norte, cita espesores de 500 y 600 metros que coinciden con los nuestros.

Para el Luteciense superior, en la región entre Rupit y Manlleu, damos nosotros un espesor de 300 a 350 metros, que corresponde bien a la cifra de ASHAUER.

En Finestras y Rocacorba estos espesores se cifran en 600 a 900 metros, pero hay que descontar la cuña de tramo rojo intermedio, y, además, seguramente estas cifras comprenden también parte o todo el espesor auversense.

Se admite por ASHAUER un espesor de 400 metros para lo que nosotros llamamos tramo rojo intermedio, con espesores máximos de 500 metros.

Para las margas de Manlleu cita ALMERA espesores superiores a los 350 metros.

No hemos podido comparar los espesores bartonienses por no encontrar una referencia terminante a su potencia en las obras que hemos consultado.

DALLONI admite que los espesores de 2.000 metros atribuidos por los geólogos españoles al Eoceno catalán, no son exagerados. CHEVALIER también da la cifra de 1.500 metros para el espesor de sedimentos depositados en la mayor profundidad sinclinal, que sitúa, como nosotros, en la zona de Olot, a un lado y otro de la dirección Olot-Bañolas.

No hemos podido dar un valor absoluto a las columnas estratigráficas, porque la presencia de formaciones en cuña las deforma, falseando los espesores totales, que aparecen así muy exagerados. Además no corresponden a localidades determinadas sino que tratan de representar zonas.

Sobre la tectónica

Dado lo complejo y terminante del sistema de fallas enunciado primero por BENTABOL, y luego por CHEVALIER, hemos vuelto a repasar nuestras notas de campo para tratar

de encontrar referencias a estas complicadas fallas. También hemos procurado hallar en sus trabajos los hechos en que fundamentan sus afirmaciones.

BENTABOL (1) determina muy claramente las fallas más importantes, que son las mismas en líneas generales que las que hemos señalado nosotros. Las determina sobre todo por la existencia de contactos anormales, o por razones estratigráficas muy evidentes, como no podía ser de otra manera, ya que su estratigrafía es muy esquemática.

Los demás sistemas de fallas que determina nos parecen muy dudosos. Se basa para deducirlos en razones morfológicas, nunca muy seguras si no van confirmadas con la comprobación estratigráfica, o las deduce justificándolas por la posición de los volcanes que, a su vez, encuentran su explicación en las fallas.

En cuanto a las explicaciones de CHEVALIER no nos parecen mucho más convincentes. Establece un sistema de fallas en la región de Olot-Amer-Bañolas que atribuye a presiones que allí han sido muy suaves. La amplitud de los pliegues y pequeña pendiente de sus flancos denotan una tectónica poco violenta y que no justifica, a nuestro juicio, formación de roturas de compresión. También deduce otra serie por razones morfológicas, obtenidas, al parecer, por observación desde puntos elevados, método, que como hemos dicho, nos parece muy peligroso, si no se confirma en la observación posterior de los estratos. Por nuestra parte hemos recorrido intensa y extensamente estas formaciones, y no podemos mencionar más fallas que las muy importantes que hemos señalado. Estas, en algunos sitios, son desde luego más complejas que como las he-

(1) «Hidrología subterránea y superficial de la Provincia de Gerona», H. BENTABOL. Bol. Com. Mapa Geol. España. 2.^a serie, T. X. 1909.

mos representado, y están constituídas por fallas satélites paralelas que marcan entre sí escalones, pero la faja total de fractura es estrecha, y a la escala de nuestro mapita deben ser representadas por una sola línea.

No dudamos que habrá, sin duda, otras fallas de menor importancia, más bien fracturas con muy pequeño salto, o sin él, meras grietas de la corteza, imperceptibles si no salen de la misma formación. En las margas de Bañolas, por ejemplo, hemos visto gran cantidad de pequeñas fallitas locales. Pero creemos muy difícil seguir y sistematizar fracturas de este tipo.

El volcanismo es un fenómeno consecuente a la producción de las fallas y debido a la debilidad que en la corteza terrestre denotan las mismas.

Sin embargo, es curioso observar que no todos los volcanes están situados sobre las grandes líneas de falla. Tampoco todas las fallas de gran salto han permitido la emisión de coladas volcánicas. Finalmente, hay bastantes volcanes en cuyos alrededores no se aprecia señal alguna de fractura, y parecen haber sido perforados en el terreno como con sacabocados.

En este caso habría que suponer que su erupción ha tenido lugar como una violenta explosión que acentuaría el carácter stromboliano de este volcanismo.

Ya CALDERÓN y CAZURRO [2] han hecho notar, según hemos visto al repasar la literatura, que no se perciben en la actualidad las fracturas por donde surgieron las coladas basálticas, y que donde se pueden apreciar fracturas, éstas no van acompañadas de desniveles sensibles. Estiman que es muy difícil formarse idea de las fracturas secundarias, cuyo cruzamiento ha debido presidir la apertura de las vías de erupción.

Así pues, aunque la dependencia del volcanismo

con respecto a las fallas es innegable, no nos parece que el paralelismo entre ambos fenómenos sea tan absoluto como hasta ahora se viene considerando, produciéndose el primero con una relativa independencia del otro, en lo que se refiere a la localización de sus manifestaciones.

Para darnos cuenta de la categoría de las grandes fallas, mencionaremos algunas cifras de sus saltos.

La de San Juan de Fàbregas, en esta localidad, 250 metros; al Sur de Rupit, 400 metros.

La de Granollers-Sta. Pau: al Norte de Granollers, 800 m.; en Llorà, superior a los 1.000 metros. Su salto llega a ser, en cambio, casi nulo cerca de Finestras. En Santa Pau es de nuevo de 300 a 500 metros.

Falla de Biert-Adri: en Montcalp, cercano a los mil metros; en Pujarnol, de unos 100 metros. Parece perderse un poco más allá en las margas del nivel de Bañolas.

El salto de la falla del Brugent es también del orden de los 1.000 metros, con un mínimo en Coll d'Uria.

Si estos saltos pudieran parecer exagerados, téngase en cuenta que llegan al colocar el Luteciense superior en contacto con el Siluriano.

Observaciones a las edades de los yesos

No pretendemos haber agotado con nuestra lista los yacimientos de yesos existentes en el Eoceno catalán, sino solamente mencionar los que nosotros hemos visto, que probablemente son casi todos los que existen en la zona recorrida.

Nuestro objeto era rebatir las afirmaciones enunciadas, especialmente por ASHAUER, acerca de la edad predominantemente Ludicense de los yesos del Eoceno catalán.

Los yacimientos observados por nosotros se colocan, casi todos, cerca del contacto entre el Luteciense medio, con su facies margosa, y el Eoceno superior detrítico. Están situados tanto en una como en otra formación, o bien en el contacto mismo y, más generalmente, estratificados en las margas.

Por nuestros cortes y datos paleontológicos creemos más que suficientemente fundado nuestro aserto; no obstante, hemos buscado antecedentes para apreciar cómo han sido situados estos yesos por otros autores.

VIDAL (1) señala que el yeso aparece en bolsadas (a veces de gran extensión), en las margas próximas a las pudingas y, otras veces, en la base de éstas, citando (2) las del Fresser, cerca de Ripoll ([9] a [17]); las del Ter, en San Juan de las Abadesas ([18]); de Bañolas, en Serrià ([3]), y las de Porqueras ([2] y [4]).

Observa que están marcadamente estratificados en bancos que coinciden con los de las margas eocenas. Los detalla en Serrià, apreciando que se presentan en bancos de 20 metros de espesor, poco inclinados, y cubiertos por margas y areniscas margosas, descansando sobre margas azules sin fósiles, con estratificación concordante.

Antes que ASHAUER, dedica ASTRE (3) su atención a la edad de los yesos. Se refiere concretamente a la banda Norte, en que los yesos corren discontinuamente en rosario, desde Poble de Lillet a Ripoll y a Campdevanòl.

Los sitúa a alturas bastante diversas, pero siempre en el tercio superior de las margas azules (que considera como

(1) VIDAL: «Reseña geológica y minera de la provincia de Gerona».
 (2) Los números corresponden a las designaciones nuestras de los mismos yacimientos.

(3) ASTRE: Bol. Soc. H. N. de Toulouse. 1933, pág. 521, y 1929, pág. 157.

Eoceno medio, dividido en Ypresiense y Luteciense inferior), y superpuestos por las arcillas y areniscas detríticas post-pirenaicas (en este caso nuestro tramo rojo intermedio), que empiezan en el Luteciense y continúan hasta muy arriba en la serie estratigráfica.

Los describe como masas compactas, en gruesas capas estratificadas, concordantes con las margas inferiores.

Así pues, la apreciación de la posición de los yesos es la misma en el caso de VIDAL y de ASTRE que en el nuestro, aunque la denominación de los tramos sea distinta.

En cuanto a ASHAUER (1), sólo en Albañá cita yesos, con 15 metros de potencia, cuya posición se pueda asimilar a la que damos nosotros.

Situados nuestros yacimientos en los mapas de ASHAUER, quedarían incluidos en las zonas que designa como Luteciense superior-Bartoniense (los de la faja Norte), o como Luteciense medio-Bartoniense (los del área de Bañolas); por esto nos sorprende aún más que insista tanto en una edad Ludiense para los yesos.

Parece más bien que fuerza las observaciones estratigráficas y paleontológicas para apoyar tesis paleogeográficas preestablecidas. Así, por ejemplo, insiste en demostrar que el *N. perforatus* puede llegar al Bartoniense, lo que en efecto es cierto, para justificar que los yesos pueden admitirse como ludienses. Esta argumentación nos parece débil y forzada. Precisamente como el *N. perforatus* no clasifica, y puede ser dentro del Eoceno todo menos ypresiense, no se le puede utilizar como guía para las edades.

Por encima de los yesos que hemos mencionado ya no hemos visto otros, hasta aquéllos que por estar situados

(1) ASHAUER: «Die östliche Endigung.....».

por encima de los conglomerados supra-bartonienses de Oliana, hemos considerado como oligocenos.

Así pues, de no considerar como Ludiense la base de lo que nosotros hemos denominado Oligoceno, podemos afirmar que casi todos los yesos eocenos de esta zona están situados entre el Luteciense medio y el superior, y algunos dentro del superior.

ALMERA señala bancos de yesos en el Auverssiense-Bartoniense de la Plana de Vich, con espesores de tres a cuatro metros y es posible que en otras regiones del Eoceno catalán se presenten yesos en otras posiciones estratigráficas.

Estos yesos aportan varios datos a la paleogeografía.

Descartada ya hace tiempo la posibilidad de atribuir su origen a efectos secundarios del vulcanismo (1), o geyserismo (2), se admite corrientemente que su deposición obedece a sedimentación normal, como demuestran su estratificación y concordancia.

Las margas del Luteciense medio representan un régimen de sedimentación bastante profunda en aguas tranquilas y en mar abierto. Al final del Luteciense medio, movimientos que tienden a levantar la masa pirenaica, cierran por algún lado la comunicación al mar libre, formándose uno interior donde precipitan los yesos. Poco después, o simultáneamente según las zonas, empieza a llegar la aportación detrítica formándose los maciños y areniscas, aun marinos, del Luteciense superior, o las formaciones más bien del tipo continental del tramo rojo intermedio. Todo ello indica un régimen de aguas poco profundas, pero en continuo y lento descenso que permite la acumulación de potentes masas de sedimentos.

(1) VIDAL, Reseña Geol. y Minera.

(2) STUART MENTEATH: Bol. Soc. Geol. de Francia. Vol. 26. 1898.

Un suave zócalo, de pequeña elevación se alza al Norte de la línea aproximada de Sallent, Sta. Pau, Olot, Vallfogona, Ripoll y pasa entre Pobla de Lillet y Vilada, donde se depositan desde el Luteciense hasta el Oligoceno sedimentos rojos de tipo continental correspondientes al tramo rojo intermedio. Al Sur de esta línea los sedimentos son grises e indudablemente marinos, si bien poco profundos.

La línea de costa varía dentro de límites estrechos, y la elevación del zócalo debió de ser pequeña, pues es difícil apreciar la existencia de discordancias angulares, pero sí de cuñas y lentejones.

Un aumento en la profundidad del surco, al Sur, da origen a la deposición de las margas de Manlleu, acompañado u originado por una transgresión que no llega sin embargo a cubrir enteramente el zócalo, de modo que en parte de éste, la formación roja, cuya sedimentación comenzó en el Luteciense superior, llega a confundirse por tránsito insensible con la oligocena.

Bibliografía

- [1] «Reseña geológica y minera de la provincia de Gerona», L. M. VIDAL.—Bol. Com. Map. Geol. Esp. T. XIII. Madrid, 1866.
- [2] «Formaciones volcánicas de la provincia de Gerona», S. CALDERÓN, M. CAZURRO y L. FERNÁNDEZ NAVARRO.—Mem. R. Soc. Esp. de Historia Natural. T. IV. Madrid, 1907.
- [3] «Ensayo bibliográfico de la geología de la provincia de Gerona», J. R. BATALER.—Bol. Inst. Cat. Hist. Nat. T. XXIII. 1923.

- [4] «Región volcánica gerundense», M. SAN MIGUEL DE LA CÁMARA y J. MARCET RIBA.—Guía de la Excursión C-IV del XIV C. G. I. Madrid, 1926.
- [5] «Essai sur la Physiographie de la Catalogne Orientale», M. CHEVALIER.—Madrid, 1926.
- [6] «Etude géologique des Pyrenées Catalanes», M. DALLONI.—Alger, 1930.
- [7] «Die variscische und alpidische Gebirgsbildung Kataloniens», H. ASHAUER y R. TEICHMÜLLER.—Abhandl. Ges. Wiss. Göttingen. Math-Phys. Klasse N. F. Heft 2. Berlin 1929.
- [8] «Das Paläozoikum des Spanischen Pyrenäen», H. SCHMIDT.—Beitrage Zur Geologie der westlichen Mediterrangebiete. Abh. Gess. Wiss Göttingen. 1931.
- [9] «Estudios petrográficos en el Alto Ampurdán», M. SAN MIGUEL DE LA CÁMARA.—Mem. Ac. Cienc. Art. Barcelona, 1934.
- [10] «Die östliche endigung der Pyrenäen», H. ASHAUER.—Abhandl. Ges. Wiss. Göttingen. Math-Phys Klasse. III F. Heft. 10. Berlin, 1934.
- [11] «Recherches sur la morphologie des Pyrenées franco-espagnoles», P. BIROT.—Paris, 1937. Tesis doctoral.
- [12] «Terminación septentrional de la cordillera costera catalana», L. SOLÉ SABARÍS y N. LLOPIS.—Asociación para el estudio geológico del Mediterráneo Occidental. Tomo VI, n.º 1. 1939.
- [13] «Superficies de erosión en las cordilleras litorales de Cataluña», L. SOLÉ SABARÍS.—Anales de la Universidad de Barcelona. Memorias y Comunicaciones. 1940.

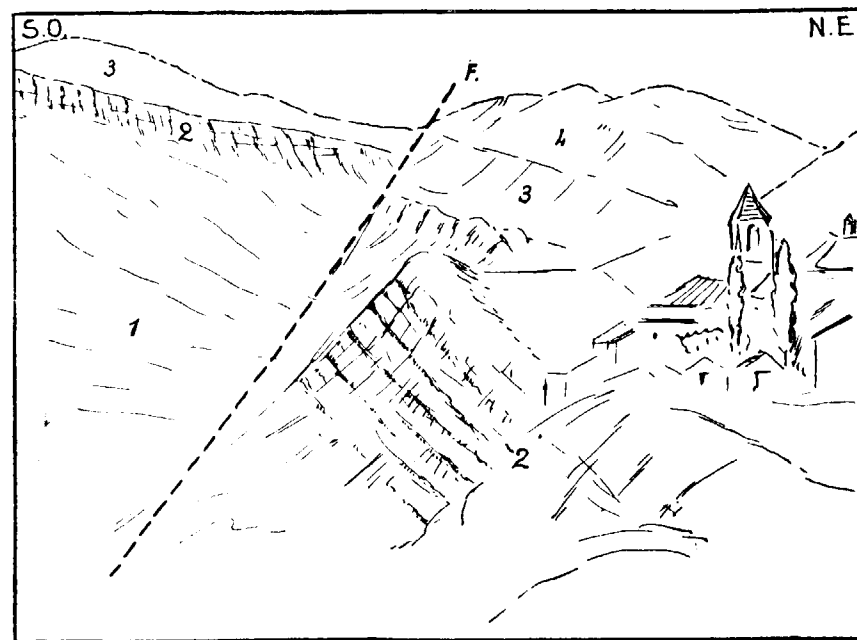
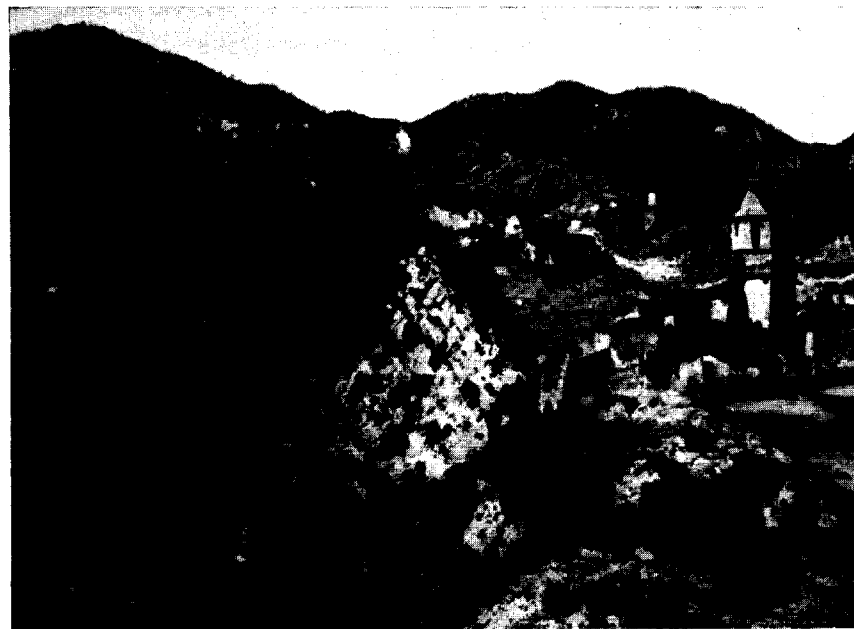
* * *

Durante la impresión de este trabajo hemos tenido conocimiento de los siguientes estudios, íntimamente relacionados con los problemas analizados por nosotros, o referentes a zonas contiguas:

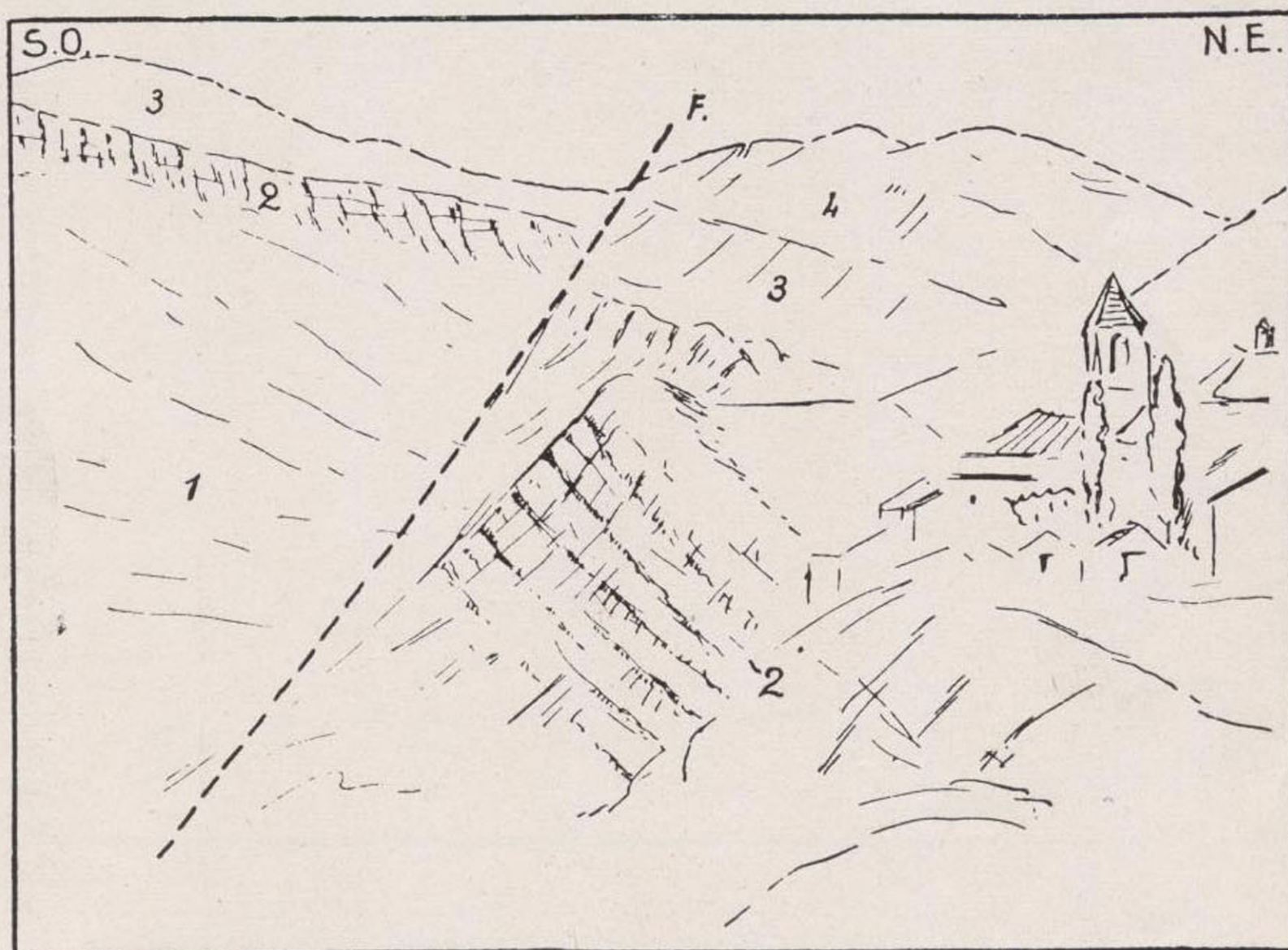
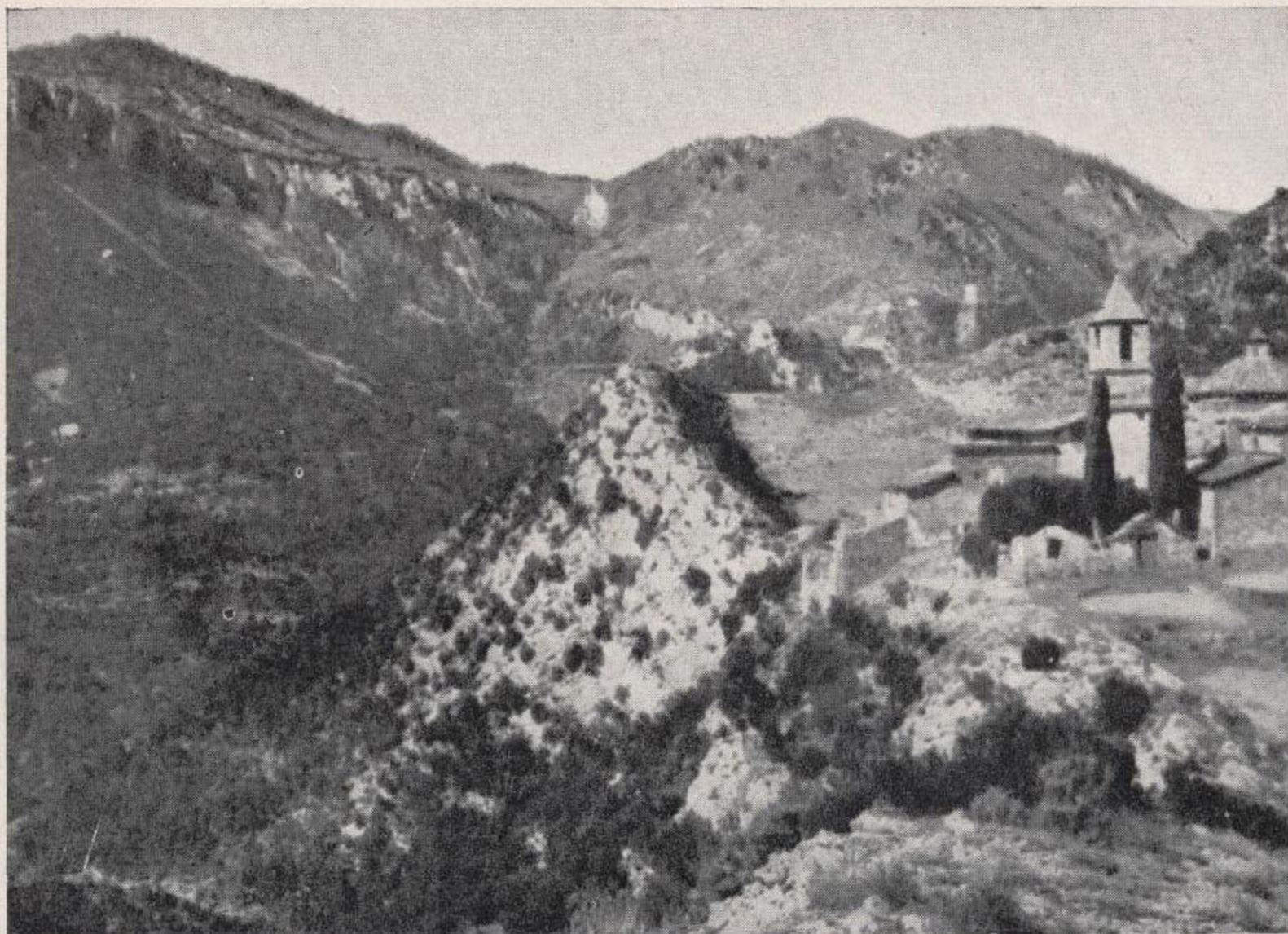
- «El eoceno entre Monistrol y Manresa; determinación de su estratigrafía por los nummulites», V. MASSACHS ALAVEDRA. — Las Ciencias. Año VII. Número 2. Madrid.
- «Sobre la Geología de la Garrotxa y la estructura del borde occidental del Ampurdán», NOEL LLOPIS LLADÓ. — Anales de la Universidad de Barcelona. Crónicas. 1941-1942, págs. 215 a 240.
- «Fauna coralina del Eoceno catalán», LUIS SOLÉ SABARÍS. — Mem. R. Acad. C. y A. de Barcelona. 3.ª época. Núm. 558. Vol. XXVI. Núm. 9. 1942.

Los trabajos de campo en las hojas de Bañolas, Manlleu, Vich y Olot fueron llevados a cabo en los meses de enero a marzo de 1941; en las de Cardona y Pobla de Lillet en octubre de 1941; Berga en octubre de 1941 y enero de 1942; San Lorenzo de Morunys en octubre de 1941 y marzo de 1942; Oliana en enero-febrero, marzo y abril-mayo de 1942. De los correspondientes estudios se reunieron en el verano de 1942 los datos que se expresan en esta publicación, la cual fué entregada a la imprenta en octubre del mismo año.

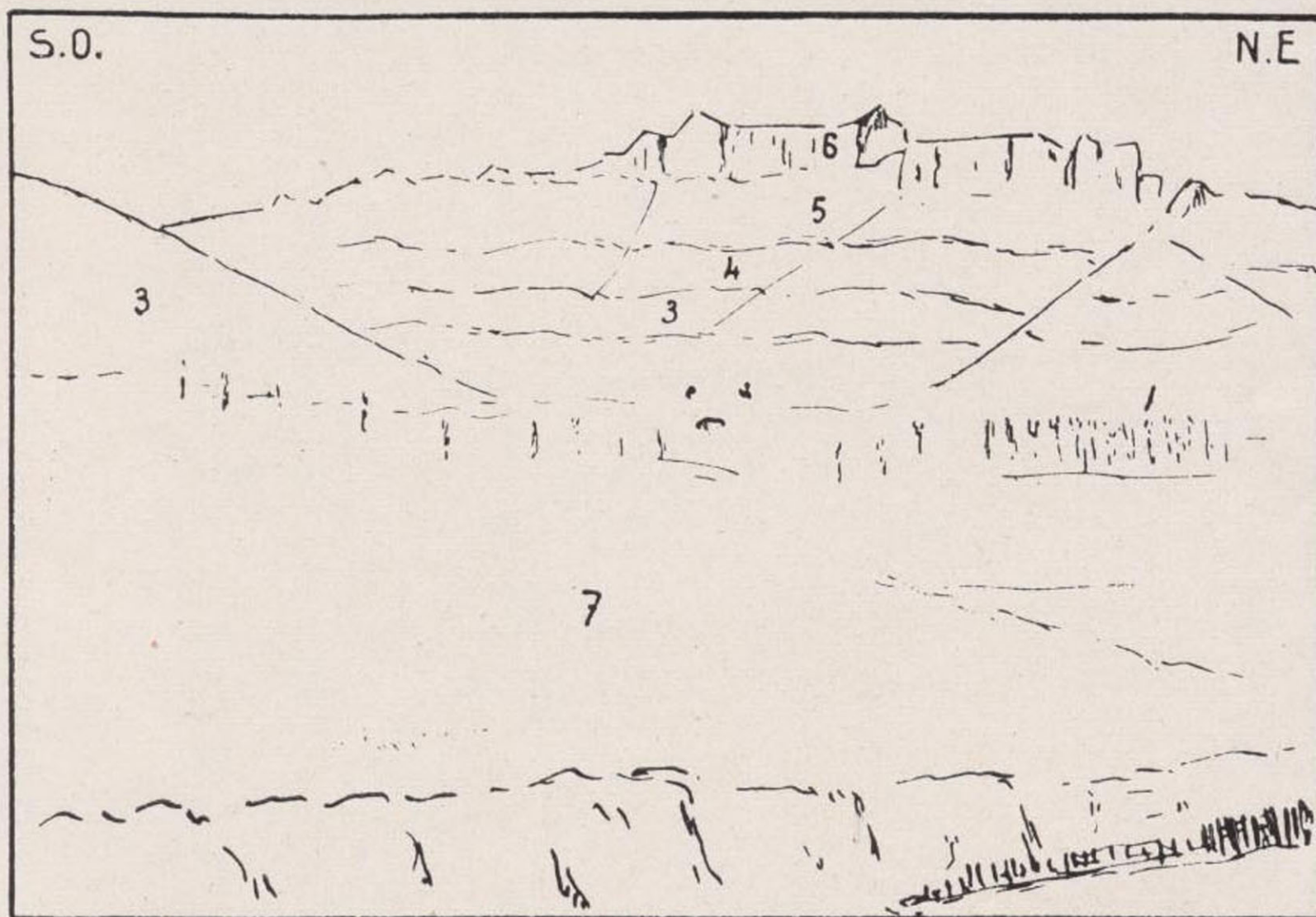
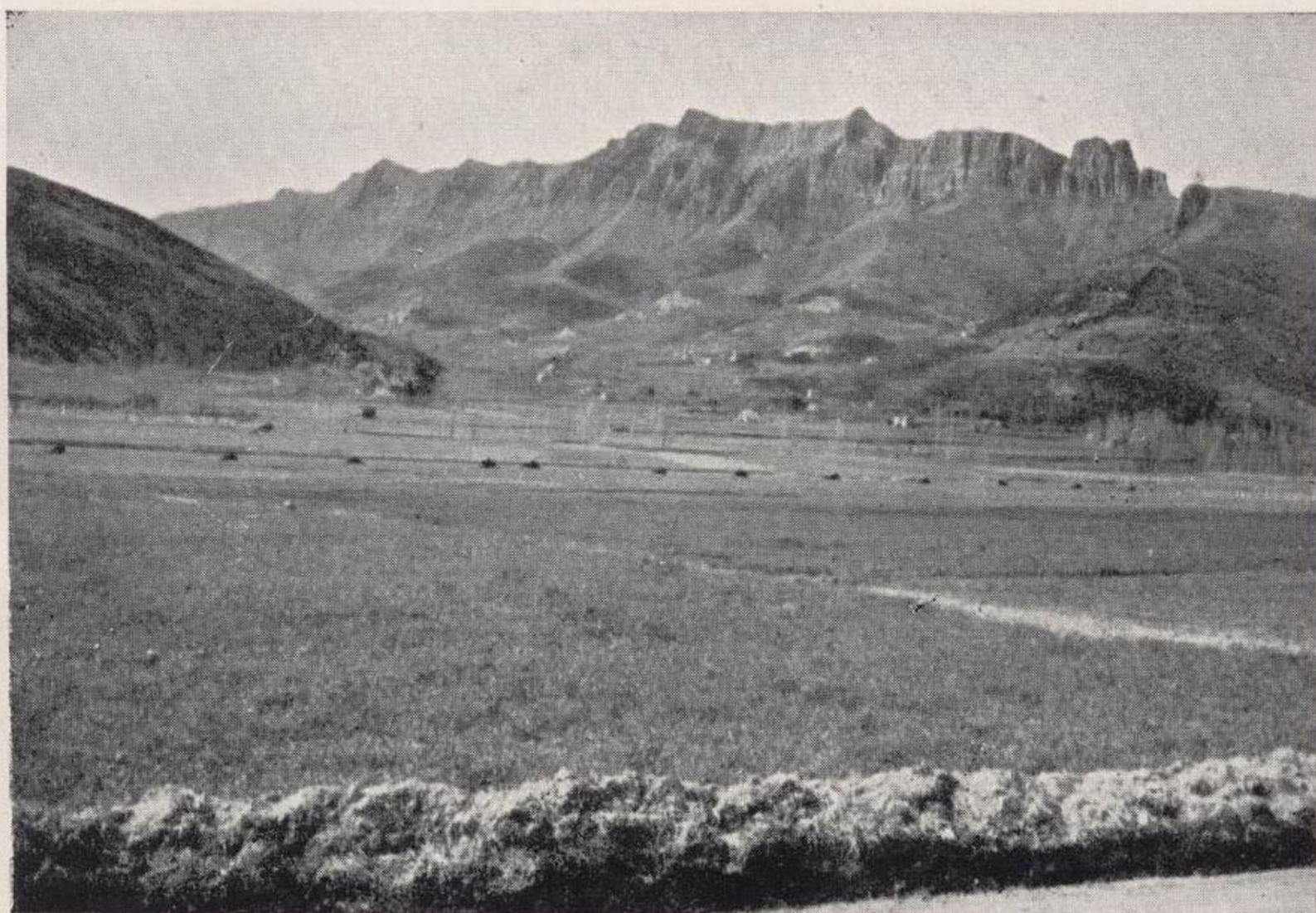
Las fotografías, que ilustran el texto, han sido obtenidas por el Sr. Ríos.



Fot 1. — Falla y pueblo de San Juan de Fábregas.—1. Ypresiense.—2. Luteciense inferior (calizas nummulíticas).—3. Luteciense medio (margas azules tipo Bañolas).—4. Luteciense superior.

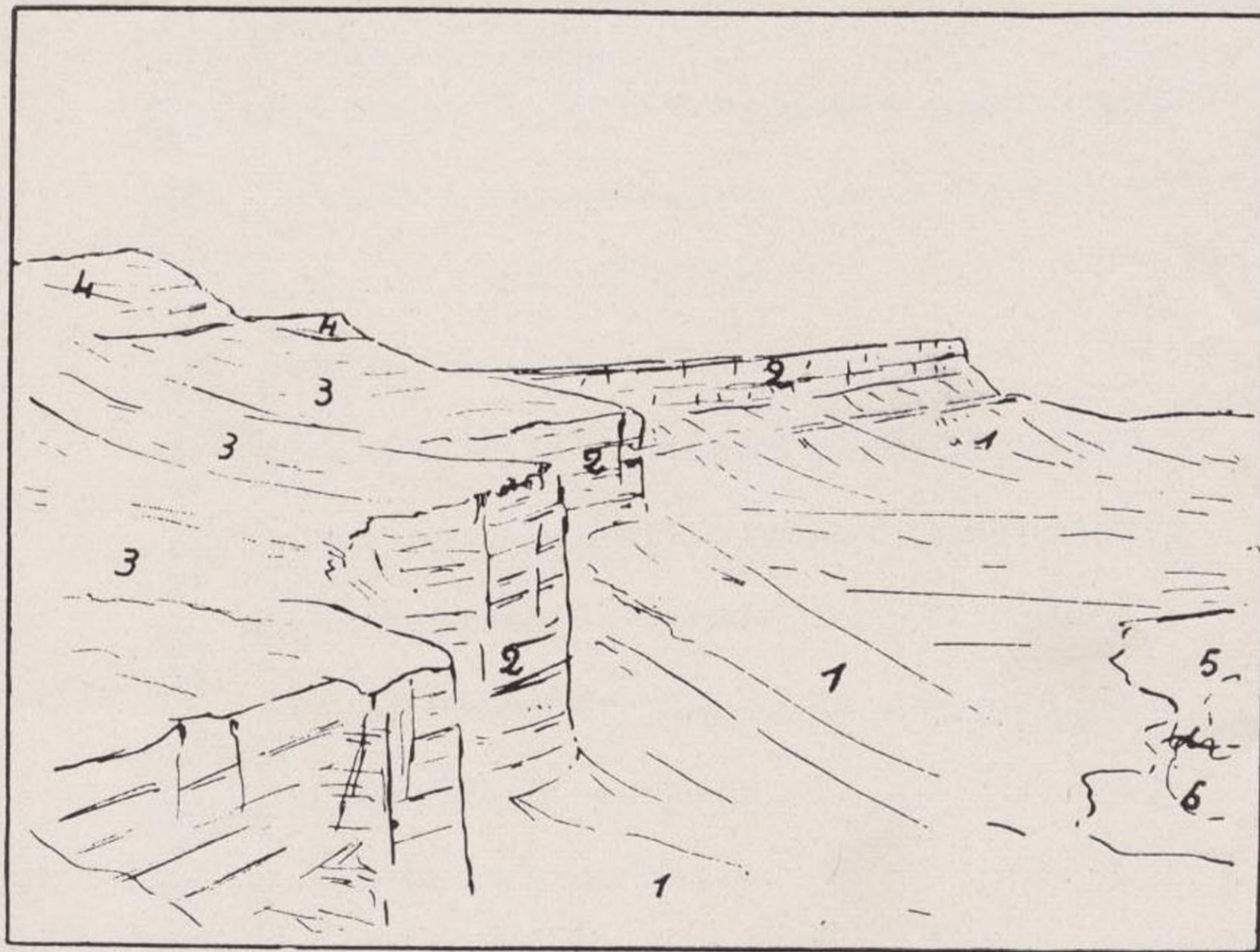
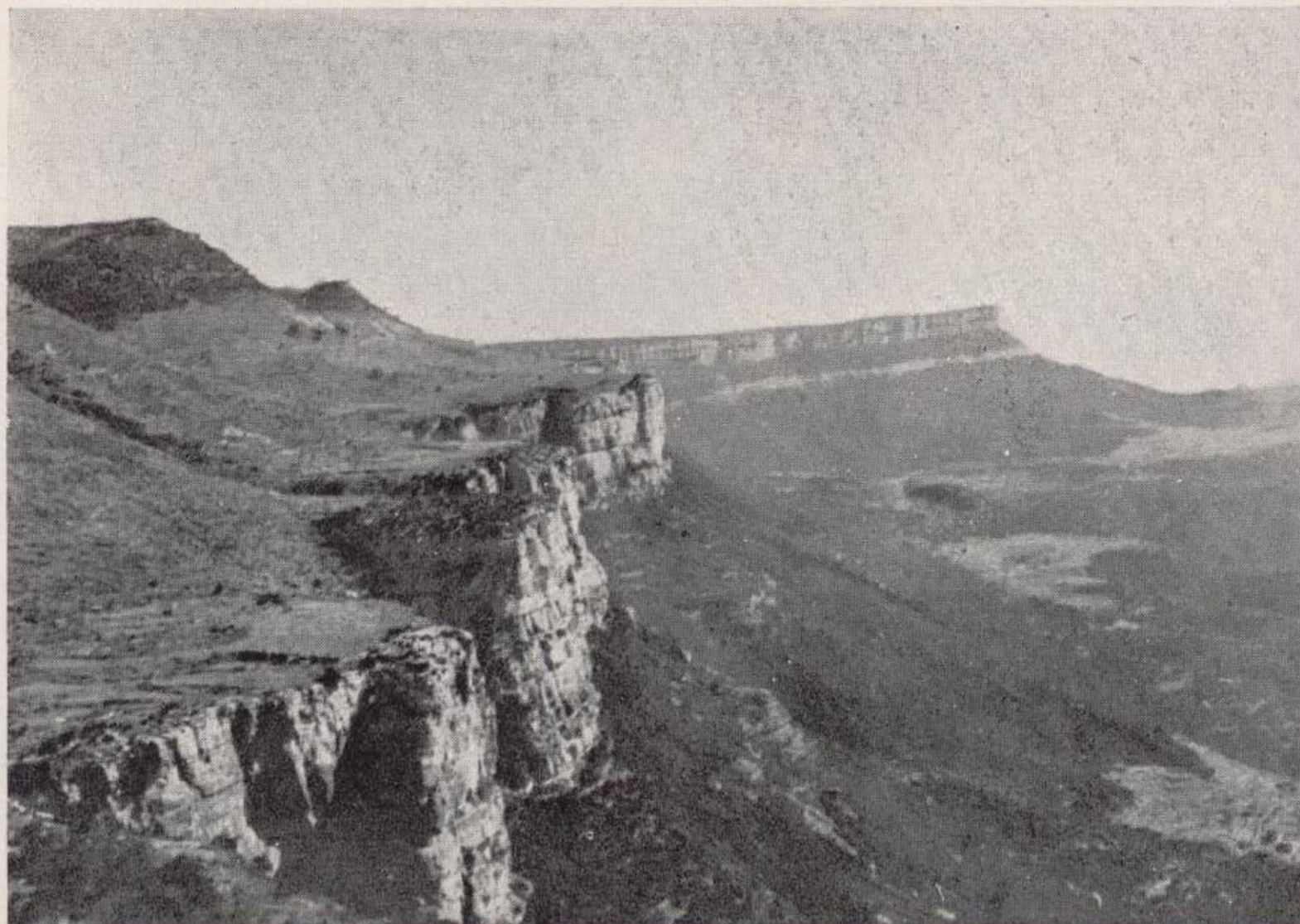


Fot 1.—Falla y pueblo de San Juan de Fábregas.—1. Ypresiense.—
2. Luteciense inferior (calizas nummulíticas).—3. Luteciense me-
dio (margas azules tipo Bañolas).—4. Luteciense superior.

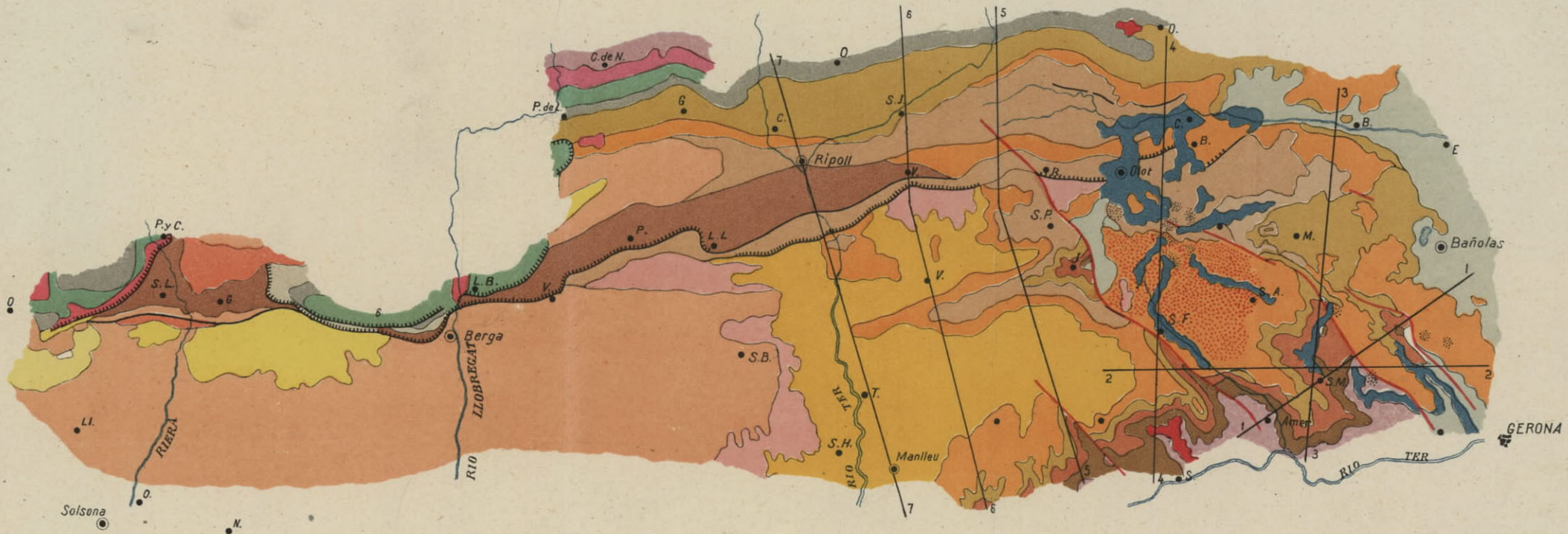


Fot. 2.—Valles de Juanetas y Fluviá. — 1. Ypresiense. — 2. Luteciense inferior (calizas nummulíticas). — 3. Luteciense medio (margas tipo Bañolas). — 4. Tramo rojo. — 5. Luteciense superior (maciños) 6. Bartoniense (margas tipo Manlleu). — 7. Cuaternario del Fluviá.

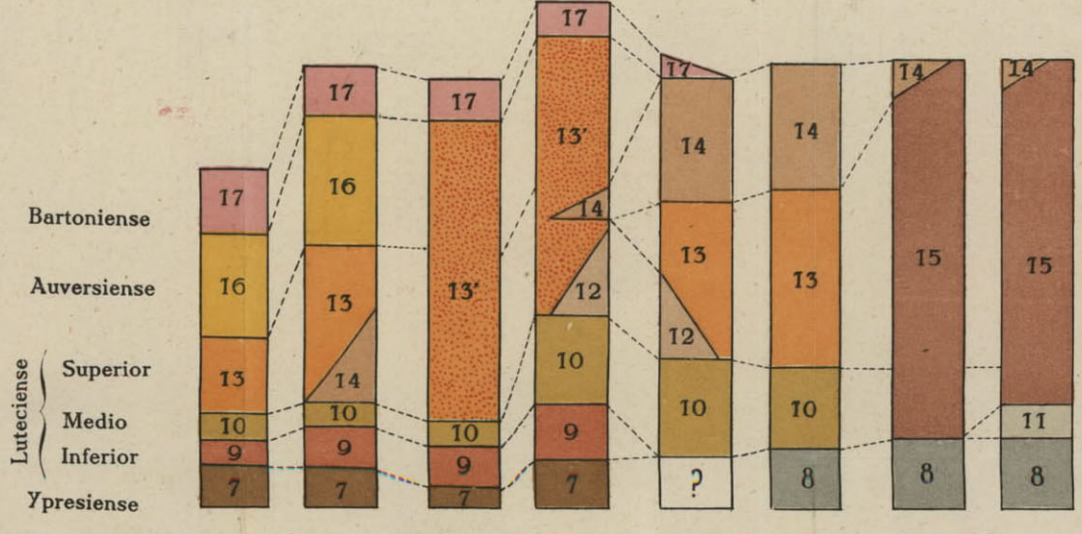
ZONA SUB-PIRENAICA CATALANA



Fot. 3.—1. Ypresiense.—2. Luteciense inferior (calizas nummulíticas).—3. Luteciense medio (margas azules, tipo Bañolas).—4. Luteciense superior.—5. Paleozoico.—6. Granito



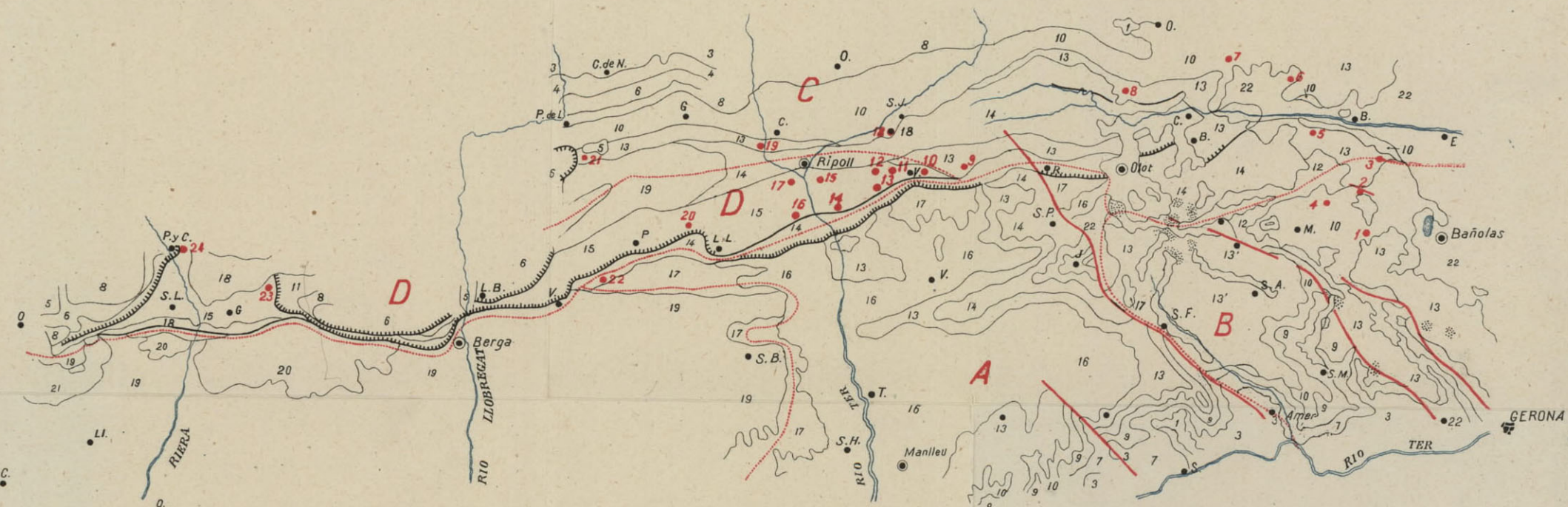
- Hipogénicas
- Volcánicas
- Paleozoico
- Permo-Triásico
- Triásico
- Jurásico y Cretáceo



- Conglomerados de base
- Facies típica
- Conglomerados altos
- Conglomerados supra-oligocenos
- Cuaternario
- Cenizas volcánicas

Fallas de compresión Pliegues-falla Pliegues con cobijadura

Fallas de distensión



Escala 1:400.000

- 1 Rocas hipogénicas. Principalmente granito
- 2 Rocas eruptivas. Basaltos
- 3 Paleozoico. Principalmente Siluriano
- 4 Permo-Triásico. Facies detrítica roja
- 5 Triásico. Principalmente Keuper
- 6 Jurásico y Cretáceo. Predominando el Cretáceo y dentro de él, el Turonense, Senonense y Garumnense
- 7 Ypresiense. Facies detrítica de color rojo
- 8 Ypresiense. Margas azules y calizas de alveolinas
- 9 Horizonte calizo muy rico en Nummulites
- 10 Margas azules del tipo de las de Bañolas
- 11 Conglomerados y areniscas con cantos de caliza de alveolinas
- 12 Horizonte de areniscas con abundancia de Nummulites
- 13 y 13' Margas y maciños con algunas areniscas. Predomina el carácter detrítico
- 14 Tramo rojo intermedio. Margas, areniscas y conglomerados rojos
- 15 Margas, maciños y areniscas; algunos tramos con facies de Flysch
- 16 Margas azules del tipo de las de Manlleu
- 17 Rocas detríticas y bancos de calizas coralígenas
- 18 Conglomerados de base oligocenos con cemento muy calizo
- 19 Facies típica oligocena de margas, areniscas y conglomerados de color rojo
- 20 Conglomerados en bancos regulares, con cantos paleozoicos
- 21 Conglomerados sin estratificación aparente y cantos paleozoicos
- 22 Diversos tipos de aluvión cuaternario
- 23 Cenizas volcánicas en sedimento eólico



CUENCAS HULLERAS AL ESTE DE ASTURIAS

Traducción extractada de un folleto de

H. QUIRING

(Archiv für Lagerstättenforschung, Heft 69.-Preussische Geologische
Landesanstalt, Berlin, 1939)

POR

A. DE ALVARADO

INGENIERO DE MINAS

A.—GENERALIDADES

I. Situación y límites de las cuencas

Indica el autor que en los años 1934 a 1936 tuvo ocasión de visitar las minas de carbón del Norte de Palencia, invitado por el Cónsul W. WAKONINGG que, como recto y valiente alemán, fué fusilado en Bilbao. Hubo aquél de sufrir dificultades y peligros para salir de Bilbao, a bordo de un buque inglés, y es de lamentar que la mayor parte de los fósiles hallados se extraviaran, no llegando a Alemania.

Establece seguidamente que gracias al amistoso apoyo de los señores WEISSERMERL, LIEBUS, GOTHAN, DAHMER y KLINGHARDT, para la determinación de fósiles, ha llegado a aclarar la Estratigrafía y Tectónica del Paleozoico Eoasturiano. Como señal de retraso indica considerables defectos en el mapa geológico de la región publicado por E. Dupuy y P. DE Novo en 1924, que juzga el mejor de los hasta entonces conocidos.

La escasa distancia entre Bilbao y este distrito hullero, unido a aquel puerto por ferrocarril directo y ligado también con Santander por línea férrea, son circunstancias que aumentan la importancia del mismo.

Las capas hulleras de Palencia se extienden desde Valderrueda, por Guardo y Cervera, hasta Barruelo y Orbó, so-

bre una longitud de casi 100 kilómetros. Al O. de Cervera del Pisuerga, los afloramientos carboníferos son muy estrechos—de uno a dos kilómetros de anchura—y al E. de Cervera se ensanchan hasta 20 kilómetros. La cuenca car-

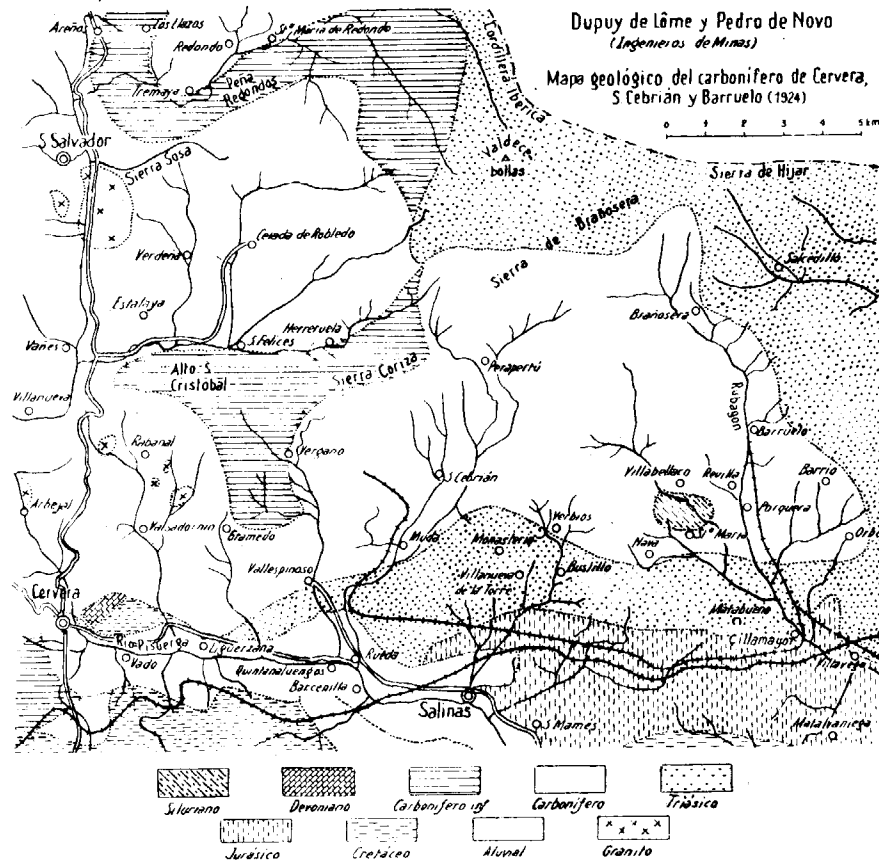


Fig. 1

bonífera occidental dibuja el límite entre dos distintas formas orográficas: al Sur de la estrecha banda del Carbonífero superior se extiende la meseta de Congosto, la «Tierra de Campos» de Palencia, llana o suavemente ondulada,

que en esencia no excede de 1.000 metros de altura sobre el mar y, al Norte, se levantan escarpadas, hasta 2.500 metros sobre el mar, las montañas calizas de Peña de Alba y Picos de Europa, sin vegetación casi y hondamente quebradas, pilares orientales de la Cordillera Cantábrica.

Juzga numerosas y buenas las carreteras que atraviesan la meseta de Congosto, mientras en la alta montaña la principal carretera sigue el curso, muy encajado, del río Carrión; los caminos han sido mejorados al regular aquel río con dos pantanos, pero muchas de las rutas vecinales sólo se creen accesibles a pie, a caballo o en carruajes de tracción animal.

Por ello es favorable que los afloramientos de carbón estén situados al borde de la cuenca de Congosto, entre 1.000 y 1.200 metros de altitud, no sólo sobre buena red de carreteras sino sobre el ferrocarril La Robla-Bilbao, que sigue longitudinalmente el borde de la cuenca, siendo aquéllos fácilmente unidos.

Junto a Cervera del Pisuerga termina la escarpada montaña caliza de la Peña y el Carbonífero superior productivo se ensancha, con capas que se inclinan fuertemente hacia el Norte en la tierra minera; afloran en algunos parajes a más de 1.500 metros sobre el mar.

Las alturas no son tan abruptas e impracticables como en la Peña. Participan la dolomía y caliza en la construcción o levantamiento total, pero no forman la principal línea de cumbres de la Cordillera Ibérica, que aquí rodea las cuencas carboníferas y estuvo antes ocupada por antiguas fortalezas. La redondeada línea de cumbres de esta cordillera, entre Valdecebollas y Sierra de Híjar, está formada por frágil arenisca abigarrada.

Numerosos caminos corren a lo largo de los ríos Pisuerga, Lores, Castillería y Rubagón hacia la cuenca oriental,

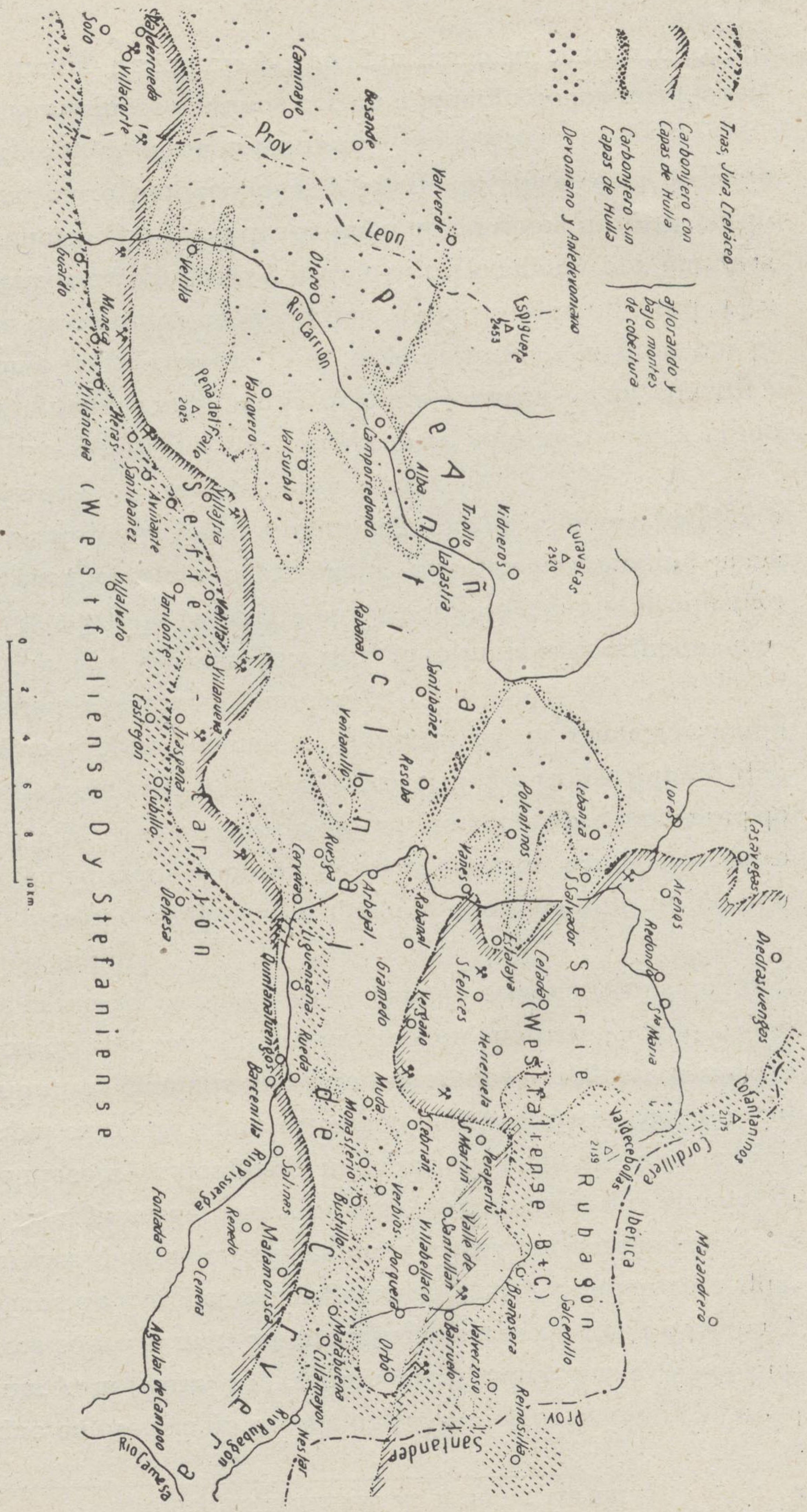


Fig. 2.—Las Cuencas Hulleras de los ríos Carrion y Rubagon (Prov. Palencia)

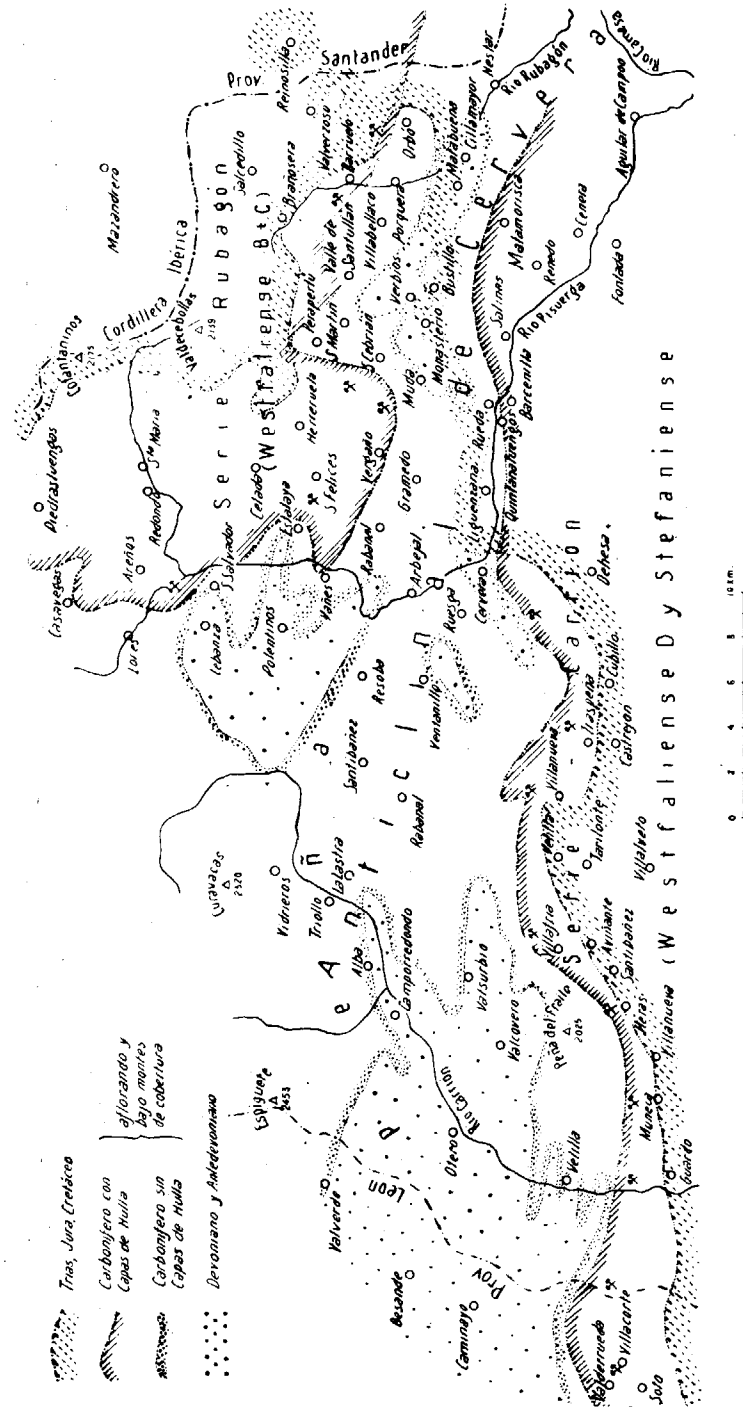


Fig. 2.—Las Cuencas Hulleras de los ríos Carrion y Rubagon (Prov. Palencia)

dotada, además, de dos ferrocarriles secundarios unidos a los de Bilbao y Santander.

Señales de época glacial, como los lagos de erosión, morrenas, etc., cual aparecen en la vertiente N. de Peña de Alba y Curavacas, así como en Picos de Europa, no han sido vistas en la parte meridional de la citada Peña. Campos de nieve se mantienen en las cumbres y depresiones de altas laderas, sobre 2.000 metros, hasta en julio.

La vertiente meridional de la Peña ha sido, pues, solamente quebrada por la elevación de las montañas, que dura, con cortas interrupciones, desde el Terciario medio, y por la profunda erosión de ríos y arroyos.

Ofrece la figura 2 una vista de conjunto del distrito hullero Este-asturiano, entre Valderrueda y Orbó. Está rodeado al Este y Sur por el Mesozoico (Trias, Jura, Creta). La arenisca abigarrada de la Ibérica cabalga como oblicuo tejado sobre la zona oriental de la cuenca hullera, mientras las montañas de cobertura, mesozoicas, tienen junto a la estación de Cervera 250 metros de espesor y pasan de los 500 metros junto a Salinas y Nestar. En dos puntos, cerca de Reinosilla y Valberzoso, se han señalado roturas de la cubierta mesozoica y afloramientos del Carbonífero en pequeñas superficies; el último punto indicado lo cita el autor como nuevo hallazgo.

II. Escalonamiento estratigráfico y de facies

Los geólogos españoles han considerado, hasta ahora, el distrito hullero sito al E.-SE. de Asturias como una unidad. Según QUIRING, sus investigaciones han probado que por situación, época y modo de formación deben diferenciarse dos distritos.

En la Europa occidental, las cuencas hulleras pueden, notoriamente, reunirse en dos grupos, regionales y genéticos.

Existen o preséntanse las cuencas sitas en el borde del mar Carbonífero superior—«parálicas» o semimarinas, de Gran Bretaña, Norte de Francia, Bélgica, Holanda, NO. de Alemania—frente a un grupo lacustre, «límnico» o continental, que tectónicamente está ligado con la fosa Saona-Saar-Saale, y al cual pertenecen las cuencas interiores francesas de Chalons, Saint-Etienne, Grasset, etc., la cuenca del Mosela-Saar y las interiores alemanas de Thuringia, Harz y Sajonia.

En el Este de Asturias puede llevarse adelante análoga separación. Se presenta la cuenca «parálica» del río Rubagón—facies Norte—frente a la cuenca «límnica» del río Carrión—facies Sur—. Como en Francia y Alemania, los depósitos «parálicos» del Carbonífero superior pertenecen a un horizonte más profundo, son más viejos, que los «límnicos»; así, en la provincia de Palencia, el Carbonífero parálico del Rubagón es más antiguo que el Carbonífero límnico de la cuenca del Carrión.

| TRAMOS O ESCALONES | | FACIES NORTE CUENCA DEL RUBAGÓN | FACIES SUR CUENCA DEL CARRIÓN |
|----------------------|------------------------------|---|---|
| Carbonífero sup. | Westfaliense | D | Facies límica Serie del Carrión con carbones secos, pizarras arcillosas, areniscas conglomeradas, calizas. |
| | | C | |
| | | B | |
| | | A | |
| Carbonífero inferior | Namur | Serie del Rubagón sin capas de hulla, pizarras, areniscas, conglomerados y varios bancos calizos. | Falta, hueco. |
| | | Pizarras arcillosas y conglomerados del Culm. | |
| | | Dinant | |
| Devoniano superior | | | |
| Devoniano medio | Dolomías, calizas. Pizarras. | Falta, vacío. (Lücke) | |
| Devoniano inferior | | | |
| Ante Devoniano | | Cuarcitas, pizarras, calizas. | |
| | | Cuarcitas, areniscas, calizas tableadas. Pizarras con nódulos calizos. | |

Cuadro n.º 3.—Articulación del Carbonífero, en Palencia

La serie del Rubagón, facies Norte, muestra el llamado desarrollo ruso, debiendo colocarse en ella casi simultáneamente los tramos westfalienses A, B, C, que el autor incluye, con el Estefaniense, en su *Oberkarbon*. Esta serie contiene numerosas intercalaciones de conglomerados, «crinoides» marinos y calizas «coralígenas», así como areniscas marinas.

La serie del Carrión consta del tramo Westfaliense D y estratos límites del Estefaniense; los conglomerados se retiran, faltan las calizas y no son en ella conocidos estratos claramente marinos. Son depósitos de agua dulce, como los de las cuencas relacionadas con la fosa del Saona-Saar (estudiados por el mismo autor). Desde el punto de vista del estudio de los yacimientos interesa destacar que mientras en la cuenca del Rubagón dominan los carbones coquizables, en la de facies Sur, Carrión, dominan los carbones secos.

Aunque ambas cuencas sólo distan de 5 a 7 kilómetros la diferencia estratigráfica, de tiempo y de facies, es extraordinariamente grande, más aun que entre las cuencas «parálicas» y «límnicas» de Francia y Alemania.

III. Anticlinal de Cervera y Pre-Carbonífero superior

Ambas cuencas están separadas por una zona estéril; extrusión o brote. En la formación de esta zona intermedia han participado rocas afines o próximas, verosíblemente silurianas junto a Verbios y preferentemente estratos devonianos e infracarboníferos. Colócanse juntos dentro de las altas torres montañosas de Picos de Europa, 2.665 metros, y de la Peña de Alba o de Camporredondo, a 2.520 metros de altitud.

a) Antedevoniano

La hoja 12 del mapa geológico de España, a 1:400.000, desarrollada por CASIANO DE PRADO, no contiene en la zona de estas cuencas ningún Siluriano cual el indicado en la figura cerca de Villabellaco y Santa María de Nava, que

se funda en el hallazgo de una cuarcita con problemático *bilobites*. No ha sido citado por MALLADA y según FUCHSINGER, en su estudio de Barruelo, debe considerarse dudoso.

Según determinaciones del autor, la roca de Santa María de Nava-Villabellaco consta de arenisca gruesa, *grauwacka-arkosa*, con intercalaciones de pizarra arcillosa, y la constitución de la roca indica que en ningún caso se trata de Siluriano. El hallazgo de *bilobites* no puede haberse hecho en esta roca y el Siluriano de la lámina I no existe en el punto que señala ese mapa.

Sin embargo, es posible que en estas tierras descritas aflore el Paleozoico inferior. En las vertientes N. y E. de la cima, sita a un kilómetro al SE. de Verbios, destacan calizas tableadas y cuarcitas claras, en bancos que se arrumban de O.-SO. a E.-NE., con inclinación de 85° al NO. en la vertiente septentrional, y de NO. a SE., con casi igual buzamiento, en la vertiente oriental. Allí se encontraron fósiles, perdidos al estallar la guerra civil de 1936, pero las calizas tableadas y cuarcitas son posiblemente *cambrianas* . Estas rocas forman el saliente Este del anticlinal de Cervera y muestran que bajo la cubierta mesozoica de Ligüerzana y Villanueva de la Torre el «antedevoniano» y Devoniano de Cervera del Pisuerga se extienden aún.

Sobre la caliza tableada y cuarcita de Verbios sigue fuerte y ferruginosa arenisca parda, singularmente excavada. Sus cimas u oquedades están ocultos, de modo que la roca muestra estrujadas celdas, y al cruzar el valle, inmediato al Sur, se levanta esta arenisca, arrumbada del SO. al NE., con buzamiento NO. No hallados fósiles debe ser considerado como del «viejo paleozoico», cambriana o siluriana.

El miembro superior o más alto de las rocas que deben ser consideradas pre-devonianas es la pizarra oscura, con nódulos, o lentejas, calizos, que aflora entre Verbios y Na-

va de Santullán, muy semejante a la pizarra graptolítica del Kellerwald y, por tanto, es muy posible que pertenezca al Siluriano. A un kilómetro al E. de Verbios aflora un filón de diabasa, que corre de N. a S. y forma límite entre la caliza tableada y la arenisca celular.

b) Devoniano inferior

El mapa geológico español, de 1 : 400.000, no señala rocas devonianas en las cuencas carboníferas aquí tratadas. El Devoniano del mapa español yace lejos, al Oeste, y empieza en las altas y salientes rocas cuarzosas de la Serreta de la Puente, en Cervera del Pisuerga, y Peña de Barrio. Estas rocas fueron conjuntamente atribuidas al Devoniano por DE PRADO, R. ORIOL y MALLADA, mientras DUPUY DE LÔME y Novo consideran la Serreta, que se eleva hasta 50 metros sobre el valle, como un pórfido cuarcífero.

Desearía acentuar el autor que no se trata de una roca sedimentaria ni de roca eruptiva. Más bien es una potente vena de cuarzo, de origen termal, ascendente, colocada en ancha grieta filoniana. Como núcleo duro, el cuarzo filoniano ha resistido la erosión y destaca sobre sus alrededores, deshechos por el aplanamiento o nivelación.

Tales ruinformes filones de cuarzo no son raros en comarcas devonianas. Las rocas vecinas a la Serreta de la Puente son, por el lado N., cuarcitas tableadas y, por el lado Sur, caliza con «crinoides». La cuarcita forma el núcleo de la Peña del Castillo de Cervera y hacia el O. alcanza al río Carrión, en Velilla de Guardo.

Ni PRADO ni sus más jóvenes compañeros hallaron fauna en el tramo de cuarcitas. Por ello se sorprendió el autor al hallar en la vertiente izquierda del río Rivera, a 1,8 kilómetros al SO. de Cervera, bloques de cuarcita incrustados con

braquiópodos, entre los cuales H. Dr. DAHMER determinó los siguientes fósiles:

Dalmanella provulvaria, Maur.

Rhynchonella daleidensis, F. Roem.

Spirifer histericus, Schloth.

» *Wakoniggi*, Dahmer.

y restos de *Crinoides*.

De los cuales, el más frecuente es *Spirifer Wakoniggi*, del cual puede considerarse como fósil característico, «Leit-fossil», o guía de estas cuarcitas. Según estos ejemplares es muy verosímil que la *cuarcita de Cervera* pertenezca al Devoniano medio y sea un equivalente de la cuarcita del Taunus, en Rhenania.

Aunque el mapa geológico español no señale ningún Devoniano al E. de Cervera, ya MALLADA, en 1898, atribuyó a esta edad algunos apuntamientos calizos, cual la Peña de San Cebrián de Mudá.

La cuarcita de Cervera no sólo está atravesada por numerosos filones de cuarzo sino también por otros de hierro espático, que destacan en la caliza superior. De ello dedúcese que parte de la masa caliza corresponde al Devoniano, aun cuando su mayor parte sea carbonífera.

Recorrida la comarca al N. de Verbios, observó que sobre la ya descrita pizarra con nódulos calizos, del Siluriano, en la vertiente Sur del Hornilla, se hallan cuarcitas claras y areniscas rojo amarillentas o rojo pardas, que contienen fauna. Uno de los lamelibranchios fué determinado como *Pterinea retroflexa*, Wahlenb, del Gedinniense, pero no cree este solo fósil suficiente para determinar edad, ya que otros restos, de briozoarios, son de poco valor. La arenisca rojo-amarillenta, de Verbios, tiene unos 250 metros de es-

pesor; vienen sobre ella arcilla gris oscura y pizarras fajeadas, que corren sobre la Hornilla, al E. hasta Nava de Santullán y hacia el SO. hasta la cota 1.203, próxima a Monasterio.

Dado que en algunos lugares, cual el camino de San Cebrián a Monasterio, se hallaron típicos nódulos de pedernal, debe representar este complejo de pizarra, arcilla y nódulos al que en el Harz y Kellerwald yace bajo la caliza infradevoniana de Herzyn.

Sobre la pizarra de Verbios yace una caliza gris, clara y oscura, que forma un solo banco alternando con pizarras y que está, por su fauna, bien determinado. En el camino de Valle de Santullán, dentro de esta caliza, considerada la más vieja del distrito hullero, halló el autor:

Dalmanella striatula, Schloth.

Stropheodonta interstitialis, Phill.

Pentamerus galeatus, Dalm.

Homalonotus, especie dudosa.

Por su constitución petrográfica representa esta caliza a la infradevoniana caliza de Herzyn y aquélla más alta a la formación Coblencense superior, del Rhein.

Esencialmente distinto está formado el Devoniano inferior al Oeste de Cervera. La *cuarcita de Cervera* destaca, rompiendo entre el Carbonífero inferior en varios lugares, cual Ventanilla, Villanueva de Vañes, Camporredondo, etcétera. Es muy rica en *Spirifer* al S. del pantano de Ruesga y con ella se pliega o se interstratifica una serie de calizas y margas con muchos «corales».

Toda esta serie se observa, a unos 200 a 1.000 metros de San Martín de Herreros, con rumbo NO. a SE. y buzamiento al NE., de unos 60 a 80° de inclinación; entre cuar-

cita y caliza yace aquí una caliza brechoide, tiene el tramo de calizas y margas unos 100 metros de ancho y encierra numerosos «corales». Sobre la cuarcita del pantano de Ruesga y San Martín viene un tramo de pizarra rojo vino de 50 metros de espesor, semejante a las pizarras de Klerfer, en Rhenania, que pertenecen al Coblencense inferior y sobre las cuales viene allí la cuarcita coblencense.

Sobre la pizarra rojiza siguen, junto a Ruesga, caliza infracarbonífera con «crinoides», pizarras arcillosas y *grauwackas* del Culm.

Debe indicarse que la asignación de estos tramos al Devoniano no se apoya suficientemente en determinación de fósiles, ya que la mayor parte de los recogidos por el autor se perdieron al ser enviados a Alemania.

c) Devoniano medio

A la mitad del perfil calizo, camino entre Verbios y Santullán, empieza una típica caliza, integrada por innumerables miembros de tallos de crinoides. En una roca, a la derecha del camino, se hallaron: *Orthotheses umbraculus*, Schloth; *Spirifer subcuspidatus*, Schnur y *Phacops latifrons*, Br. Esta caliza de «crinoides» debe ser equivalente a las capas con «crinoides» del Eifel, que generalmente se colocan en la base del Devoniano medio superior.

Corre esta caliza eifeliense, hacia el O., hasta la Peñita de Mudá y, al E., hasta Santa María de Nava, y une las cumbres calizas, de cotas 1.203 y 1.176, al O. de Monasterio con las del SE. de Mudá. Su inclinación es de 70° al Sur en el N. de Verbios y, en cambio, al O. de Monasterio yacen muy planas. En 1898 indicó MALLADA, en la Peñita de Mudá, numerosos «corales», «braquiópodos» y «trilobites», determinables como del Devoniano medio.

En este perfil, como en el del Eifel, sobre la antes señalada caliza, viene una dolomía potente, amarillenta y gris, granulada como azúcar. Tiene agujeros, forma peñas de extraños contornos y sobre ella corre, en 700 metros de largo, el camino Verbios a Valle de Santullán, formando también la línea de cumbres en San Julián, a 1.350 metros de altitud. Al SO. está la dolomía, rota por empujes transversales, y acompaña a la caliza eifeliense hasta las alturas al N. de Mudá. Al SE. queda el tramo dolomítico de San Julián, interrumpido cerca de Santa María de Nava bajo una cobijadura. Hacia el N. de Matabuena vuelve a aflorar y al SE. de la carretera Cillamayor-Orbó se oculta bajo el Triás.

Hacia arriba pasa la dolomía eifeliense a una fuerte dolomía ferruginosa, con «crinoides», alternante con margas y pizarras pardo-rojizas. Buenas claves para aclarar esta cambiante serie de bancos se hallan en el antecitado camino y en el de San Cebrián a Monasterio, siendo grande la riqueza en restos de «crinoides» y «corales». Esta caliza devoniana media, rica en fauna, aflora más allá, a dos kilómetros al NO. de Vañes y en el borde O. de Lebanza.

d) Carbonífero inferior

Una amplia serie de estratos de los que participan en la formación del anticlinal de Cervera y de los Picos de Europa pertenece a este piso. Consta de una caliza supuesta sin fósiles—caliza de Montaña—y de rocas del Culm. La cuestión de edad de la caliza no estaba aún aclarada.

Las montañas calizas y cuarcitosas de la Peña—Peña Oracada, del Fraile, Mayor, del Tajo, Espigüete, etc.—son señaladas como Carbonífero inferior y Devoniano en el mapa geológico de España hecho por PRADO, pero tanto él

como R. ORIOL, expresamente, indican que no existe prueba alguna para la evaluación de estas rocas como de aquellos sistemas, ya que no habían dado ningún fósil ni las cuarcitas ni la semicristalina caliza de montaña.

En consideración al cuidado empleado por sus colegas españoles considera QUIRING una especial casualidad *haber conseguido la demostración de edad, devoniana de las cuarcitas e infracarbonífera de la caliza, mediante el hallazgo de fósiles*. En sus primeros recorridos por las vertientes, a 1.300 metros al N. de Traspeña (noviembre, 1934), halló en la *caliza de montaña* no sólo fragmentos de tallos de «crinoides» sino «foraminíferos». El Prof. Dr. LIEBUS determinó *Textularias* y *Endothyras* afines a la *Endothyra bowmanni* o a la *Endothyra crassa*, la primera de las cuales fué hallada por GALLOWAY en el Carbonífero inferior del Yorkshire.

La *caliza de foraminíferos*, de la Peña, es maciza, sin marcados bancos; falta por completo en el distrito de Barruelo y E. de Cervera del Pisuerga, empezando al SO. de esta villa. Con sus escarpadas, blancas y peladas masas de rocas, sin vegetación, domina el paisaje al Sur de Ruesga, San Martín, Rebanal de las Llantas y al Norte de Cantoral, Traspeña, Villafría, Santibáñez de la Peña, Velilla de Guardo.

Los geólogos españoles, y también FUSCHINGER, han indicado que no hay rocas del Culm en la cuenca del Rubagón; tampoco el autor halló allí areniscas ni pizarras arcillosas atribuibles a ese piso. Por el contrario, se hallan en contacto con el Devoniano medio de Santa María de Nava típicas arkosas-grauwackas, del Culm, gris verdosas, con pizarras arcillosas interestratificadas. El Culm está separado del Devoniano medio por una cabalgadura longitudinal entre Valle de Santullán y Santa María de Nava. En cambio, cerca de Bustillo, la roca predevoniana de Verbios,

que se inclina 80° al N., está montada, en discordancia, por la base del Culm, buzando al Sur 40° y desarrollada aquí como potente conglomerado.

Las capas del Culm contienen «tallos de plantas», y no está aclarado si encierran alguna estrecha y no explotable capa de carbón, pues la reconocida cerca de Villabellaco tal vez corresponde a pequeño pliegue del Supracarbonífero.

Hacia el SE. corre el Culm, en contacto con la dolomía devoniana, a lo largo de la carretera Cillamayor-Orbó, y se oculta bajo el Trías. Al O. de Villabellaco es muy estrecho y el Carbonífero superior, en la vertiente N. del San Julián, casi toca a la dolomía devoniana; verosímilmente aquí, como en toda la parte occidental de la cuenca, está el Infracarbonífero empujado hacia abajo por trastorno longitudinal, y sólo al Sur de Mudá vuelve a aflorar. Considera también como Culm las capas, sin cal, que afloran junto a Ruesga, cobijadas por caliza infracarbonífera con «crinoides» y «foraminíferos», así como el tramo integrado por conglomerado, de 50 metros de espesor, y pizarras arcillosas, que rellena, entre Valsadornín y Valverde de la Sierra, la depresión de Triollo, que se alarga casi 80 kilómetros. En este tramo destacan, entre Arbejal y Cardaño, muchas columnas y filones de granito y pórfido.

En todos los puntos donde se ha observado el contacto entre Devoniano e Infracarbonífero preséntase discordancia natural o tectónica. Antes hemos señalado la discordancia existente al E. de Bustillo y otra semejante puede reconocerse al Sur de San Cebrián de Mudá.

B.—CUENCA CARBONÍFERA DEL RÍO RUBAGÓN

La cuenca hullera de facies Norte, está, al N. y E., limitada por la Cordillera Cantábrica (Ibérica), al S. y O. por los ríos Pisuerga y de Lores. El Rubagón atraviesa sólo la parte oriental de la cuenca, mas yace junto a él Barruelo de Santullán, con la más importante mina de hulla.

La adjunta tabla o cuadro de estratos (fig. 4) muestra que el Carbonífero superior de facies Norte—facies del Rubagón—encierra numerosas calizas y bancos de areniscas que incluyen fauna marina de «corales», «crinoides», «braquiópodos». Estas intercalaciones le dan una situación especial en Europa. También los numerosos conglomerados incluidos prueban que en el Carbonífero superior del Norte de España, han tenido lugar múltiples cambios de sedimentación marina, lacustre y fluvial.

Los geólogos españoles sólo han investigado parcialmente, por sus fósiles, las intercalaciones calizas de la cuenca hullera de Palencia. En general son designadas como «caliza de montaña» las de Sierra Coriza, Peña Verdiana, de Redondo, de Sosa, etc., atribuyéndolas al Carbonífero inferior, mientras las calizas de Orbó, Barruelo, Perapertú y San Cebrián representan el Carbonífero superior.

Se seguían los puntos de vista de ZELLER, que atribuye

| TRAMOS | | SERIE DE ESTRATOS | ESPEORES | PALEO- GEOGRAFIA | |
|---|--------------|---|---|-------------------------|--------|
| Carbonífero superior | Westfaliense | D | F a l t a | Tierra aplanamiento. | |
| | | C | Corales y crinoides en caliza, Sierra Coriza Margas calizas de Redondo con <i>Spirifer strang Waysi</i> . | hasta 500 m. | Mar |
| | | | Pizarras arcillosas y areniscas con crinoides y <i>Spirifer bisalcutus</i> y <i>S. glauher</i> . | hasta 200 m. | Mar |
| | | | Grupo superior con 1 a 4 capas de carbón. | hasta 150 m. | Tierra |
| | | | Pizarras y areniscas con crinoides y braquiópodos. | hasta 600 m. | Mar |
| | | | Banco de conglomerado. | hasta 10 m. | |
| | | | Grupo medio con 7 a 10 capas y 6,7 y hasta 11,2 metros carbón. | | Tierra |
| | | | Pizarras arcillosas. | hasta 130 m. | |
| | | Conglomerados Mercedes. | hasta 30 m. | | |
| | | Caliza coralina de Herruela. | hasta 35 m. | | |
| | | B | Grupo inferior de capas. 3 a 4 capas con 2,2 a 2,8 m. de carbón. | hasta 100 m. | |
| | | | Pizarra arcillosa. | hasta 150 m. | Mar |
| | | A | Caliza coralina San Cebrián. | hasta 50 m. | |
| Pizarra y conglomerado Moradillo. | hasta 250 m. | | Mar | | |
| Calizas coralinas y margas con blastoides de Rabanal. | hasta 60 m. | | | | |
| Infracarbonífero. | Namuriense | Pizarras arcillosas, areniscas y conglomerados. | hasta 800 m. | | |
| | | Caliza con <i>Linoproductus</i> de Villabellaco. | hasta 200 m. | Mar | |
| | | Pizarras arcillosas y grauwackas del Culm, con conglomerados. | hasta 300 m. | | |
| | | Dinantense. Caliza de la Peña. | ? | | |
| Devoniano superior. | | F a l t a | | Tierra nivelación. | |

Fig. 4.—Serie del Rubagón.

las del Carbonífero al Namuriense, las de DANNENBERG y SCHMIDT. Enfrente sostuvo BARROIS que los «estratos de Leña» corresponden a todo el Westfaliense.

Indica QUIRING, ya anteriormente, que sólo las rocas del Culm y la «caliza con foraminíferos» de la Peña, deben ser ordenadas en el Infracarbonífero. Por el contrario deben atribuirse al Carbonífero superior las calizas alternantes con las capas de carbón o la que yace sobre ellas en Orbó; este hullero engloba aquí solamente los tramos A-C del Westfaliense. Este nuevo conocimiento estratigráfico actúa para que su concepción de la tectónica y del asentamiento de las capas de carbón varíe profunda y fundamentalmente de las ideas o interpretaciones que geólogos españoles, ante todos DUPUY DE LÔME y Novo, representan.

MALLADA, en su publicación del año 1898, pág. 259, da del Carbonífero de Vidrieros, Levanza, Vergaños, San Felices, Celada, San Cebrián, etc., un gran número de «braquiópodos», «bivalvos» y «gasterópodos», entre los cuales citaremos muchos *Productus—striatus*, *Còra*, *costatus*, *sinniatus*, *carbonarius*, *proboscidentis*, *fimbriatus*, etc.—, *Chonetes hardrensis*, *Streptoryncus arachnoides*; *Rhynchonella acuminata* y *R. pleurodon* más numerosos *Spirifer—S. glauher*, *S. striatus*, *S. mosquensis*, *S. bisulcatus*, *S. lineatus*, etc.—, *Camarophoria crumena*, Phill., *Posidoniella vetusta*; Sow., *Myalina virgula*, Kon., *Conocardium alaeforme*; Sow., *Astarte subovalis*, Mall., y otros varios géneros.

Si se compara esta fauna con la lista de fósiles de LUTGIN y LEBBEDEW resulta que la fauna de MALLADA contiene especies que también se presentan en el Infracarbonífero y Westfaliense de las cuencas rusas de Moskau y del Donetz. Es de sentir que esta lista no ofrece ayuda para la ordenación de los horizontes calizos, individualizados, de los que hay cinco a más de la caliza de la Peña, pues no se preci-

sa a qué horizonte pertenecen los grupos de fósiles. Por ello el autor, prescindiendo de los datos del investigador español, hubo de atenerse a sus propios hallazgos y recogidas.

1. Westfaliense A sin capas productivas

a) Caliza de *Linoproductus*

En la parte Sur de Villabellaco preséntase sobre grauwacka del Culm, arrumbado de Este a Oeste y con 80° de inclinación al Sur, una caliza gris clara arcillosa; en su continuación al SE. halló el autor, al Oeste del Rubagón y a un kilómetro al SO. de Porquera de Santullán, numerosos fragmentos de «tallos de crinoides», *Linoproductus cora*, auct, *Productus* ? además de «Políperos hidrozoarios radiados». Si esta caliza es equivalente a la infracarbonífera, o es ya uno de los bancos del Westfaliense A no puede aún decidirse con seguridad. Este banco calizo continúa al SE. sobre el Rubagón, hasta la central eléctrica de Orbó, y se arranca en gruesos bloques para hacer cal y para grava de carreteras; su rumbo es NO. a SE. con inclinación de 50° al NE.

Aún queda por aclarar si es idéntico a la caliza de *Linoproductus* el banco calizo del Sur de Valle de Santullán, así como la masa caliza—de 60 a 100 metros de espesor—que de la cota 1.281, sobre Perapertú, corre hacia el Sur a la cota 1.287. En el resto de la cuenca falta este subtramo.

b) Pizarra arcillosa inferior y arenisca

El Carbonífero superior seguro en su posición estratigráfica empieza en todas partes con una serie de típicas pizarras arcillosas interestratificada con bancos de arenisca y

de conglomerado. La potencia de esta sucesión de pizarras, pobre en capas productivas, monta a unos 80 metros junto a Orbó y Barruelo, es de unos 400 metros junto a San Martín de Perapertú y sube a 800 metros en Vallespinoso de Cervera y Valsadornín. Tres series de bancos de conglomerado, muy destacados y que se arrumban de NO. a SE., con espesor de hasta 12 metros, se levantan en el lado occidente de la carretera Mudá-Rueda.

El más al Norte de estos bancos corre, con 45° de inclinación Norte, de Mudá al Oeste, sobre el lomo de la cota 1.097 y cruza el talweg un kilómetro al Norte de Vallespinoso. El tramo medio de conglomerados tiene unos 25 metros de espesor y se compone de tres bancos de 0,3 a 2,00 metros, alternantes con arenisca, empezando hacia el kilómetro 1,6 del ferrocarril minero de San Cebrián a Salinas; en el yacente halló el autor, en estrecha banda de carbón, restos de *Calamites undulatus*, Sternb. Empieza la tercera serie de conglomerados junto al kilómetro 2,3 de la carretera Mudá-Rueda, cercano al ferrocarril minero.

Más al Oeste se observan bancos de conglomerado en el camino del Valle a un kilómetro al NE. de Ligüerzana, a 1,2 kilómetros al Sur de Valsadornín y a 500 metros hacia el Oeste de esta aldea. Otros dos bancos cruzan la carretera de Cervera a Vañes, a 1,5 kilómetros al Norte de la villa, y ambos atraviesan el río Pisuerga aflorando, con 80° de inclinación Norte, en la carretera Cervera a Ventanilla.

A occidente del Pisuerga muéstranse los conglomerados, con buzamiento NE., junto a Ventanilla, San Martín de Herreros y al largo del borde Sur de la carretera hasta La Lastra. También destacan en ambas orillas del pantano de Camporredondo, cerca de aquella aldea de Alba y Cardaño de Abajo. En aquel punto yace el más antiguo conglomerado

do bajo la caliza con foraminíferos de la Peña, separado sólo por 100 metros de la cuarcita infradevoniana. Permanece dudoso si el conglomerado de Ventanilla-La Lastra debe atribuirse al Carbonífero superior o al Culm.

c) Caliza con crinoides de Rabanal de los Caballeros

Cerrada queda la zona litológica de pizarras y conglomerados por un banco calizo que en el distrito de Barruelo aflora a un kilómetro al Norte de Revilla de Santullán, sigue rumbo NO. - SE. y muestra fuerte inclinación al NE., formando allí un pliegue volcado que cruza el camino Vergaño-Barruelo. En el distrito de Perapertú corre la caliza de la vertiente Este, cota 1.270, sobre San Martín de Perapertú; hacia el Norte y en la vertiente Sur del Sestil, cota 1.569, se oculta bajo la arenisca abigarrada.

El mismo banco calizo empieza a un kilómetro al Oeste de San Cebrián y corre, empujado por varios saltos transversales, al Sur del camino de Vallespinoso a Mudá; más al Oeste forman roquedales en Gramedo y describe cerca de Rabanal un gran gancho, donde encierra muchos fragmentos de *crinoides*, cuya punta alcanza la comarca al Este de Valsadornín, no siguiendo más hacia occidente.

Al Sur de Gramedo siguió QUIRING un banco de margas, en unos 800 metros de corrida, que encierra rica fauna marina. Antes encontró ya el Dr. KARRENBERG, en la salida Sur de dicha aldea, numerosos y descompuestos *braquiópodos*, *corales*, *blastoides* y *crinoides*, entre las cuales la Srta. Dr. SIEVERTS determinó *Productus*, sp., *Martinia*, sp. y *Acentrotremites*, sp.

d) Pizarra arcillosa y arenisca de Moradillo

Sobre la caliza de «crinoides» inferior, yace una segunda zona de pizarras arcillosas y areniscas, con conglomerados que en el distrito de Barruelo alcanza unos 530 metros de espesor. De las inclusiones de arenisca en esta serie media de pizarras destaca en Moradillo un banco muy fuerte de unos 30 metros de espesor. Forma altos escarpes montañosos, ante todo en Moradillo, cota 1.455, y en Camportillo, cota 1.481, así como en la vertiente Oeste del Sestil, paralela a la «caliza de crinoides».

La vía minera del lavadero de San Cebrián a la mina «María» cruza este banco de arenisca, inclinado a 30° al Norte y con unos 20 metros de espesor, cerca de la boca del socavón principal; contiene la arenisca restos de plantas, *Calamites*, sp.

Cerca de Rabanal forma este tramo arenoso un alargado lomo montañoso, cotas 1.182 a 1.189, cruza la carretera de Cervera a Palencia con unos 65° de inclinación NE. y forma un gran gancho alrededor de la caliza con crinoides. Extraña, y formando muralla, aflora en la arista de Peñas Negras, cotas 1.304 y 1.286, así como en la arista y cima de La Loma, subdividido en dos o tres series individualizadas. Los pliegues agudos y la estratificación retorcida, acuñándose en las roturas montañosas de Gramedo, Rabanal, Vañes, etc., han creado las condiciones previas para la ascensión de los magmas porfídicos y graníticos.

La continuación del tramo arenoso sobre la «silla» devoniana de Polentinos no ha podido fijarse. Primero entre El Campo y Lores cruzan el río de este nombre potentes bancos de conglomerados, acompañados al Sur por una caliza que puede identificarse con la de Rabanal.

Puede ser que estos bancos de conglomerados representen los que ORIOL señala en la Peña de Curavacas. Es digno de notarse que al Este del Pisuerga la arenisca de Moradillo parece escasa en conglomerados, mientras que éstos aumentan de espesor en la zona estéril, al Oeste del río citado.

e) Caliza coralina de San Cebrián

La separación superior, de tramo pizarroso medio con arenisca de Moradillo, fórmanla una serie de caliza coralina, en bancos que, con 10 a 50 metros de espesor, atraviesa toda la cuenca hullera. Sale junto a Orbó de la cubierta triásica hacia fuera, corre sobre el Barrio de Vallejo al NO. y cerca de Barruelo está claramente empujada hacia abajo por trastornos longitudinales, aflorando, sin embargo, cerca de Elechar y Mercedes; esta banda caliza yace, en el distrito de Barruelo-Orbó, sólo a unos 30 a 150 metros bajo las capas de carbón explotadas, y como éstas se inclina unos 70° al NE.

Análogamente yacen los bancos calizos, que al Este se unen, cerca de las capas hulleras de San Cebrián; afloran también en el arroyo de Herrerueta y en la boca de la galería, del manantial San Román; los tres bancos, con margas y pizarras arcillosas intercaladas, alcanzan 45 metros de espesor. En las minas «María» y «Manchega» de este distrito, la serie caliza ha sufrido empujes horizontales que originan desplazamientos en ángulo agudo y triple afloramiento junto al cable y túnel.

A la salida Norte del túnel contienen rica «fauna coralina» en que ha sido determinada *Amigdalophyllum quirini*, *Weisserm* y al Oeste de Vergaño se acuñan estas calizas.

II. Carbonífero Superior con Capas Productivas. (Westfaliense B y C)

En los tramos inferiores, de pizarras y areniscas, se presentan ocasionalmente algunas pequeñas capas de carbón, no explotables, y sólo a partir de la caliza coralina se inicia el Carbonífero productivo, integrado por tres grupos de capas, inferior, medio y superior.

Los estratos en que arman las capas hulleras alcanzan en Orbó unos 1.250 metros, en Barruelo unos 900 metros, y de San Cebrián, al Oeste, menos de 700 metros de espesor total, siendo en el segundo citado donde es más rico. Hacia el Oeste, al par que el espesor total, disminuye el número de capas explotables. Parece que en el distrito de Barruelo-Orbó, con sus ocho kilómetros de capas regulares, las condiciones para formación y depósito de la hulla eran más favorables e ininterrumpidas que hacia el Oeste, donde alternaban formaciones terrestres, lacustres y marinas.

Esto muestra también la clase de rocas intercaladas en la serie productiva, pues mientras en Barruelo-Orbó hay 150 metros de pizarras y areniscas, separando la caliza coralina de la capa hullera más baja, dicha serie intermedia disminuye a 50 metros en San Cebrián, y el banco de conglomerado, que en aquel distrito principal separa el grupo inferior del medio, llega en San Cebrián sólo hasta la galería de Hoyal, desapareciendo hacia occidente.

Por el contrario, en esa dirección aumentan su espesor los sedimentos marinos y es natural que las capas de hulla, ligadas a facies costera, se hagan más delgadas y acunien gradualmente.

Los empujes tectónicos de la zona occidente se muestran ya en el complicado dibujo de los mapas geológicos y aumento de rocas eruptivas. Como yacimiento muéstrase la acción tectónica en aumento de cenizas y carbones muy secos. Una línea trazada por Rabanal de los Caballeros, Estalaya, Verdeña y cumbre del monte Verdiana, cota 1.760, dividiría en la cuenca del Rubagón un distrito oriental, cort carbones coquizables, y otro occidental, con carbones secos.

En el distrito de Orbó, entre las capas 3 y 12, MALLADA (1898, pág. 268) cita: *Neuropteris gigantea*, Stern; *N. heterophylla*, Brongt., *Pecopteris arborescens*, Schloth., *Sigillaria tessellata*, Brong., *Stigmara ficoides*, Brong. y otras varias plantas, a más de *Productus semireticulatus*, Mart., *Bellerophon suburii*, Mall. y otros dos fósiles animales.

Junto a la boca de la galería principal de San Cebrián, recogió QUIRING *Lenchopteris rugosa*, Brongt., *Calamites undulatus*, Sternb. más *Sigillaria*, *Pecopteris* y otros helechos de especie no bien determinable.

Una comparación de las plantas halladas en ambos distritos comprueba lo indicado por otras investigaciones estratigráficas: que las capas de los grupos medio y superior de Orbó pertenecen a zona más alta que las de San Cebrián, pues mientras la asociación de plantas indica aquí el Westfaliense B y limita con el C la de capas 3 a 12 de Orbó corresponde al Westfaliense C.

En Barruelo se han hecho muchas recogidas de fósiles. Sin embargo la extensa lista dada por MALLADA (1898, página 268) no precisa si las plantas clasificadas proceden de Orbó, Revilla o Barruelo. La comparación estratigráfica alcanza la deducción de que las capas productivas de Orbó y Barruelo pertenecen a un mismo horizonte, llegándose a la siguiente ordenación:

| | | S. Felices | S. Cebrián Vergaño | Barruelo | Orbó |
|--------------------------|----------------------------|---------------|-------------------------|------------------------|-------------|
| Westfaliense C | Grupo sup. de capas hulla. | Capa de Vañes | Capa sup. Sierra Coriza | Capas 13 a 15 | Cap. 3 a 16 |
| | Grupo medio | | | Cap. 3 a 12 | Cap. 3 a 12 |
| Conglomerado de Mercedes | | | | | |
| Westfal. B | Grupo inf. capas hulla | capas 1 a 3 | Cap. 1 a 4 | Cap. 1 a 1 b, 2 a, 2 b | Cap. 1 y 2 |

De lo que se deduce, cual ya había indicado el autor, que el carbonífero productivo español «parálisis», no representa, como ZEILLER ha admitido, el Carbonífero inferior, sino las tramas B y C del Westfaliense.

a) Caliza coralina de Herruela

Las rocas intercaladas en los tres grupos de capas hulleras contienen poca caliza. Notable es sólo el banco de 11 kilómetros de longitud que se presenta al techo de la capa de hulla más alta de San Cebrián, separado de ella por serie de pizarras y areniscas con unos 25 metros de espesor, que disminuye a 15 metros en la mina «María».

Este banco calcáreo describe en la mina «Hoyal», un pliegue integrado por cubeta y «silla» muy escarpadas; en la galería Norte tiene la cubeta 60 a 70 metros de ancho y sólo 14 a 20 metros en la galería Sur. La capa de hulla más alta también se curva aflorando dos veces, a ambos lados de la caliza.

En el río Herruela, al Oeste de la galería Lorenza, termina esta cubeta caliza, teniendo allí 70 metros de potencia y 80° de inclinación al Este; contiene intercalada

una marga de seis metros de espesor que, en la orilla Sur del río Herruela, muestra rica fauna de «braquiópodos», «corales», «crinoides», «hidrozoarios» y «briozoarios», aun no clasificada.

b) Marga caliza de Redondo. Caliza de Sierra Coriza

Toda la cuenca presenta el Carbonífero productivo terminado, hacia arriba, por depósito calizo de hasta 500 metros espesor. Es el más notable y chocante tramo de estratos de la cuenca hullera y da expresión especial a la geología y morfología de la comarca.

Es el muy retorcido y plegado tramo calizo que en las fuentes del Pisuerga aflora bajo la arenisca abigarrada de la Cordillera Ibérica, une los pliegues volcados de Peña Tejedo y Verdiana, corre en una rama al SO. hacia el arroyo de Herruela, Sierra Coriza, Cabra Mocha y hasta Vañes, mientras que una rama NO. va de Celada a Sosa, Verdegosa y Verdeña.

Este ancho tramo calizo, que forma siempre cresta de las montañas, es el más joven miembro del Carbonífero superior. Siempre, en la cuenca del Rubagón, aflora en el interior de cubetas o depresiones quedando debajo el Carbonífero productivo

Todos los que, hasta ahora, han estudiado la cuenca hullera y que a la caliza han designado como «de montaña», admiten que la caliza «infracarbonífera» y la de «La Peña» de Camporredondo, al Oeste de Cervera, deben colocarse igual. Asimismo el autor, en su primera publicación, año 1934, presenta esta interpretación; tras una más exacta consideración de las calizas y tras hallazgo de fósiles se ha aclarado, que la «caliza con corales y crinoi-

des» de Sierra Coriza nada tiene que ver (zu tun = hacer) con la caliza de la Peña.

La caliza de Sierra Coriza está llena con numerosas petrificaciones, entre las cuales son frecuentes especialmente los «crinoides» y más raros los «corales», de cuyo grupo halló QUIRING un *Zaphrentis*, sp., dentro de la base de este tramo, junto a la boca de galería principal en San Cebrián. Cerca de Redondo, y al Sur del puente sobre el Pisuerga, halló varios *Spirifer*, en margas que yacen bajo la caliza, siendo determinados por DAHMER como *Spirifer strangwaysi*, especie que se extiende desde la caliza «carbonífera» (Kohlenkalk) hasta la caliza con «fusulinas» del alto Carbonífero superior, abundando especialmente en el tramo Moscoviense, de la China.

III. Tectónica

Los levantamientos orogénicos antedevonianos, devonianos y carboníferos están muy desarrollados alrededor de los ríos Pisuerga y Rubagón, pues en ninguna parte tienen los depósitos marinos o terrestres su original posición horizontal. Se hallan bruscamente levantados, doblados y colocados en pliegues volcados, en general hacia el Sur o SO., pero los haces de pliegues no siguen una determinada dirección.

Más bien es la formación tectónica, como muestra una ojeada al adjunto mapa, de una irregularidad sin ejemplo. Se deduce de los ovillos, remolinos y semiespirales que forman—por ejemplo la caliza supracarbonífera de Celada, Redondo, San Felices, Vañes—un posterior y quizá múltiple plegamiento de los, ya anteriormente plegados, estratos carboníferos.

El empuje póstumo, no sólo ha vuelto a plegar las rocas ya antes plegadas, en otra dirección, sino que ha curvado los ejes de los pliegues.

Debo establecer que sobre los fenómenos en sí mismos y su origen no puedo aún hacerme una imagen completa.

A pesar de los múltiples plegamientos, la esquistosidad de las rocas paleozoicas no es muy fuerte y afecta sólo a las arcillosas, desde el Antedevoniano al Culm inclusive, mientras que en el Carbonífero superior las rocas arcillosas no presentan ya esquistosidad, faltando también ésta en los terrenos más modernos. Junto a Otero de Guardo, la esquistosidad o tegulinidad corre de Este a Oeste, con inclinación de 50° al Norte, y en Ruesga igual rumbo con inclinación 80° al Norte.

Proporcionalmente el perfil más tranquilo es el de Salinas a Villanueva de la Torre, Verbios y Brañosera (ver fig. 5).

Este perfil es propio para mostrar un aplanamiento de los pliegues paleozoicos hacia el NE.; muestran en él los estratos un plegamiento volcado hacia el SO. Por esta proporcionalmente sencilla sedimentación es aclarable si las capas hulleras de Barruelo conservan allí su regular corrida NO.-SE., con 60 a 70° inclinación al NE., siendo de esperar al nivel del mar un total allanamiento de las capas productivas y quedando influido el perfil por algunas cobijaduras.

Así, el Carbonífero superior potente de Villabellaco se introduce en la dolomía del Devoniano medio. Como discordancias significativas, pueden reconocerse la del Carbonífero sobre Devoniano y Antedevoniano, así como entre Carbonífero superior y Trías.

Puesto que el Mesozoico se presenta con pliegues, que corren de Este a Oeste en el borde Sur del Paleozoico, y

PERFIL DE SALINAS DE PISUERGA A PEÑARRUBIA

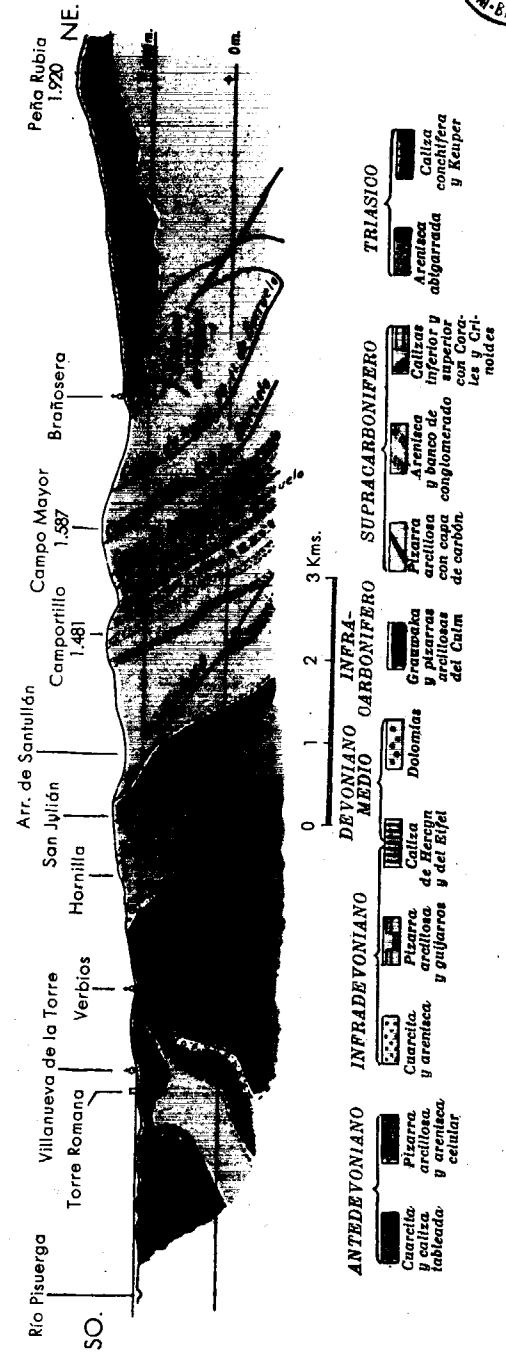


Fig. 5



PERFIL DE SALINAS DE PISUERGA A PEÑARRUBIA

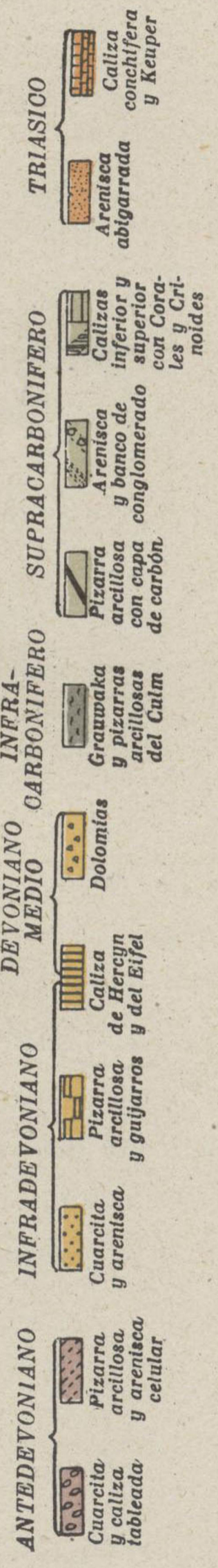
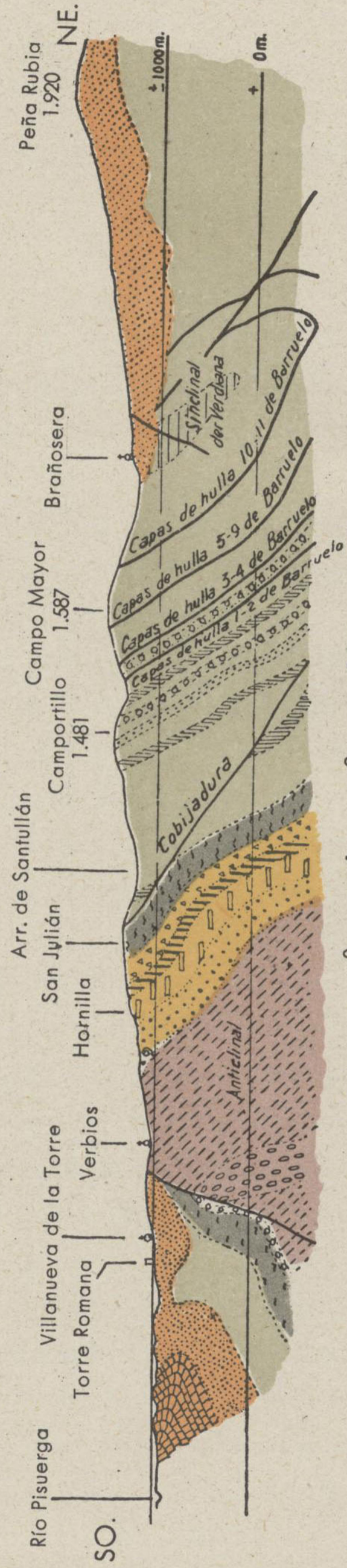


Fig. 5



en algunos puntos hasta volcado al Sur, resulta determinado en este borde de la cuenca hullera—por su esencia y dirección de empuje—un plegamiento postmesozoico; después del Santoniense y verosíblemente Infraterciario, con pliegues articulados.

Muy significativa es la discordancia entre Antedevoniano y Culm, junto a Verbios, y si allí volviéramos a doblar hasta la horizontal el conglomerado carbonífero, que se inclina 40° SO., tendrían los estratos paleozoicos una corrida casi Este a Oeste, con unos 60° de inclinación al Sur. Resulta así de ello que los estratos infrapaleozoicos, en tiempos antecarboníferos, estaban volcados al Norte y fueron plegados por empuje de Sur a Norte.

Más desarrollado es el perfil adjunto, que cruza el anticlinal de Verbios, cubeta o fosa de Sierra Coriza—sinclinal de Vergaño—el irregular anticlinal de San Felices y el sinclinal de Sosa. Aunque los planos de los pliegues siempre bucen al Norte se reconoce en la situación de las capas hulleras una elevada irregularidad. Aun más fuertemente membrudo es el perfil de Arbejal, Alto de San Cristóbal y Celada a Verdiana (fig. 7), que corta seis curvaturas isoclinales cuyos planos de pliegue se inclinan al NE. y son: los sinclinales de Vergaño, de la Sosa y de la Verdiana, que aprisionan la mirada cuando desde lo alto de San Julián o Santa María se la dirige a los bancos calizos que brillan al sol en la alta y pelada montaña de Verdiana.

Además de los pliegues, los estratos devonianos y carboníferos han sido despedazados por cobijaduras y saltos; indican los abismos de la mina hullera «María» y al Norte de la misma, empujes horizontales o cobijaduras arrumbadas de O.-NO. a E.-SE., con inclinación de 30° a 60° al N.-NE. Han despedazado las capas de hulla y rocas adya-

centes con ángulos agudos y se trata de cabalgamientos con una componente lateral que, después del plegamiento carbonífero, ha subsistido en el Mesozoico.

Estos trastornos influyen, junto a Bustillo y Monasterio, también los depósitos triásicos y cuanto más nos alejamos de Barruelo al NO., más distinguible se hace el movimiento tectónico transversal de la cuenca hullera.

a) Plegamiento anterior al Culm

Arriba está tratada la discordancia entre el Antedevoniano y el Culm de Verbios. La situación de la cara inferior del Culm, al Norte de Bustillo de Santullán, da la clave de que, antes de la transgresión del conglomerado basal, las rocas antedevonianas tenían corrida Este a Oeste y estaban volcadas al Norte. Se ha producido, pues, en tiempo anterior al Culm un plegamiento y movimiento debido a empuje del Sur hacia el Norte.

Junto a esta discordancia es reconocible una segunda en el distrito de rocas antecarboníferas. Entre Mudá y Monasterio recubren calizas y dolomías del Devoniano medio e inclinadas 10° al Sur y 40° al NO. a unas pizarras arcillosas muy levantadas y verosíblemente infradevonianas. La superficie límite se inclina sólo de 10 a 20° y esta discordancia resulta menos clara que la anterior.

Puede tratarse de una cara de resbalamiento tectónico, cual indica la base brechoide de la caliza. Es posible que la caliza y dolomía empujadas del SE. hayan montado sobre el Infradevónico y que la colocación escarpada de las pizarras infradevonianas, bajo las capas brechoides del Devoniano medio, deba atribuirse al mismo plegamiento que ha volcado los estratos de Verbios.

A movimientos de tracción y desgarre, con rotura de

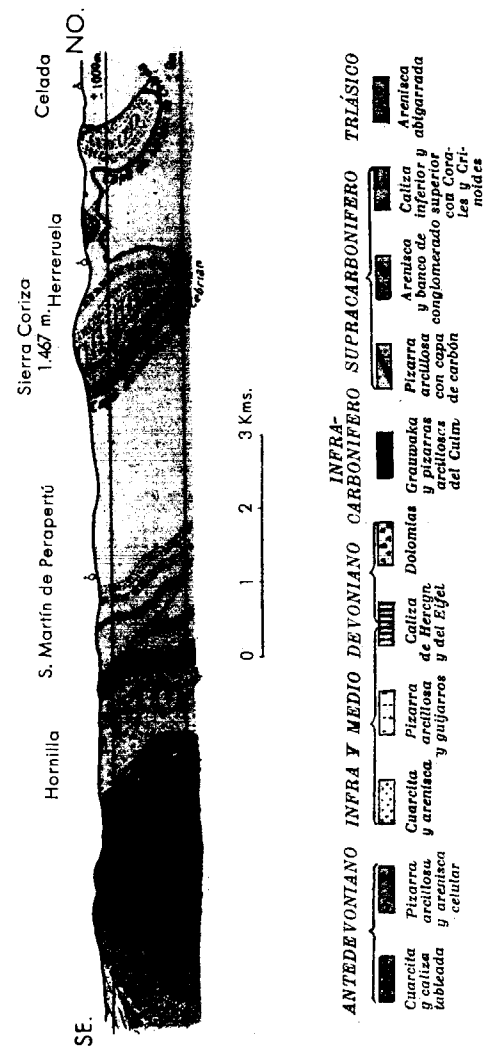


Fig. 6



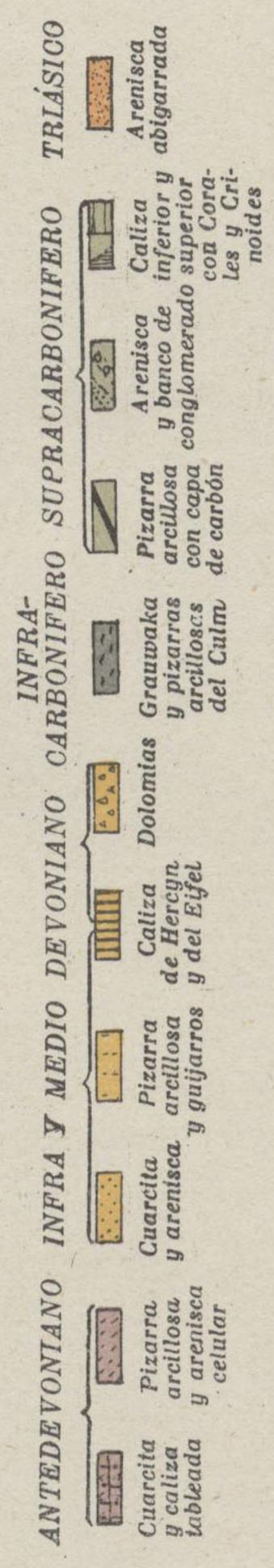
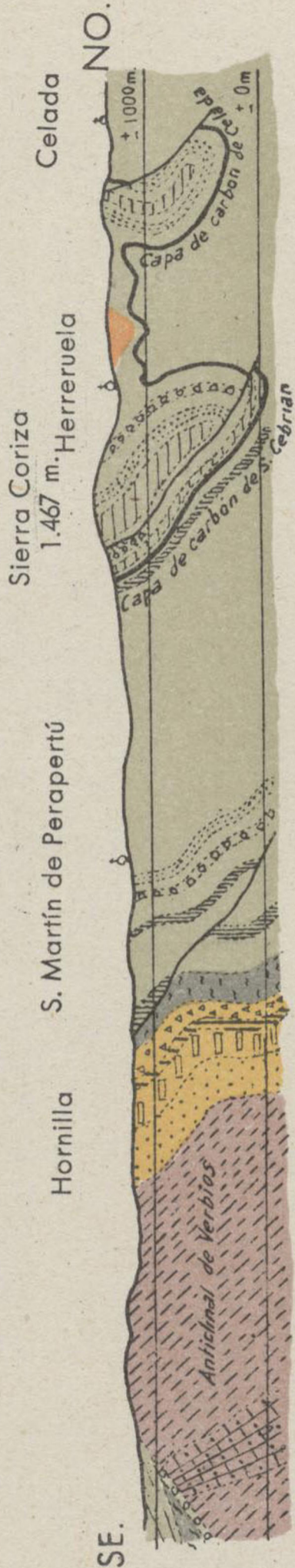


Fig. 6



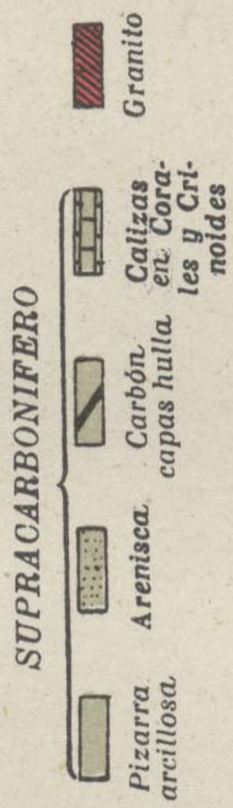
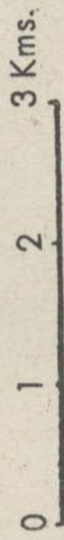
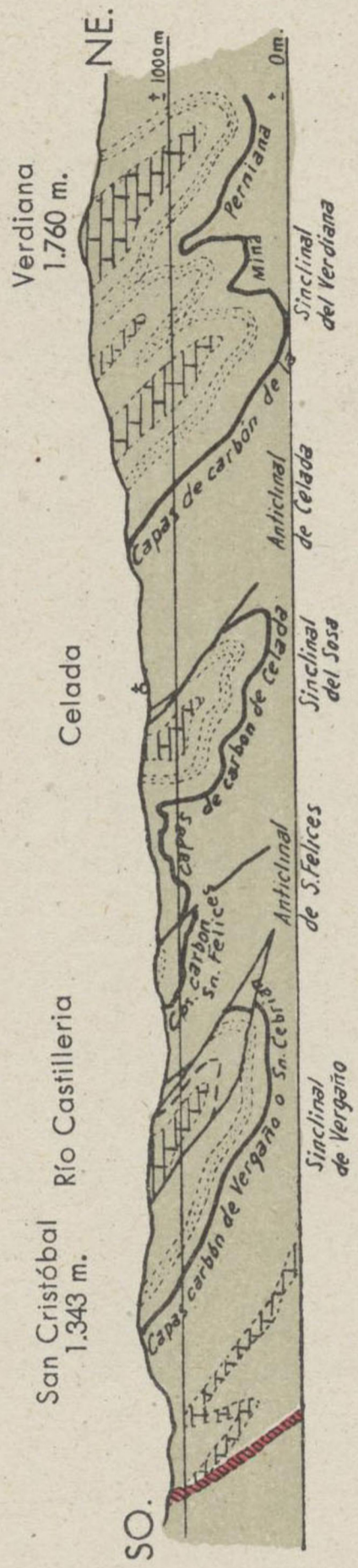


Fig. 7

grietas profundas, se relaciona la salida de filón diabásico a 1.300 metros al NE. de Bustillo y Santullán.

b) Tensiones y fracturas carboníferas. Subida de granitos

Las rocas eruptivas relacionadas con el Carbonífero —granitos con hornablenda y pórfidos— próximas a Gramedo, Rabanal, Vañes, San Salvador, Arbejal, Triollo, Alba Cardaños, etc., son, en parte, «filones-capas», que siguen muchos kilómetros, cual en Vallespino y depresión carbonífera de Triollo.

Lo esencial es que granitos y pórfidos sólo afloran en el Carbonífero inferior —tramos de Dinant y Namur— y en el Westfaliense estéril, tramo A, estando el Carbonífero productivo libre de rocas eruptivas.

Los filones de granito y pórfido, del Infracarbonífero, han sido afectados por pliegues de edad carbonífera, cual se ve en Vañes, y a consecuencia de este plegamiento es difícil fijar la corrida original de las fracturas infracarboníferas; muy verosímelmente era el rumbo Este a Oeste, de modo que la tensión o empuje se dirigen de Norte a Sur. Este tuvo posición primordial para formar la cubeta o foso carbonífero, que en el Norte de España existió hasta el Estefaniense.

c) Plegamiento Infracarbonífero

La cubeta carbonífera, colocada como foso tectónico en dirección Este a Oeste durante el Infracarbonífero, se transformó en zona geosinclinal curvada durante el Supracarbonífero. Más de 3.500 metros de sedimentos —en el Westfaliense A, B y C— tomó esta cubeta.

Que los depósitos en la cuenca del Rubagón fueron acompañados de fenómenos de presión, se deduce de los cambios paleogeográficos entre tierra y mar, sorprendentemente rápidos, así como de las recortadas variaciones de facies de los sedimentos, en dirección y transversales.

La persistente sedimentación de Carbonífero productivo en Barruelo y Orbó, el acunamiento de las capas de hulla en dirección Oeste y la intercalación de potentes sedimentos marinos al Oeste, son lo más sencillo para aclarar que durante la sedimentación tuvo lugar un plegamiento intermitente, cual sucedió en las cuencas carboníferas «parállicas» del NO. de Europa. Terminó cuando se depositaba el Carbonífero «límnico» de la serie del Carrión y corresponde, pues, su época al Westfaliense B y C.

Que este plegamiento seguía rumbo NO. a SE. puedo yo aceptar como verosímil. Puede también ser verosímil que la subcomponente activa haya actuado desde el NE. La inclinación de los planos de pliegue hacia el NE. que muestran los tramos calizos de Redondo-Herreruela y la inclinación en igual sentido de las capas de hulla, en Barruelo y Orbó, se debe atribuir a plegamiento infracarbonífero y lo mismo en Ruesga y San Martín de Herreros.

En tanto que la textura pizarreña de las rocas anteriores al Carbonífero superior no es originada por más antiguas presiones tangenciales, se debe mirar tal tegulinidad, generalmente arrumbada de Este a Oeste y con inclinación al Norte, como una consecuencia de plegamiento infracarbonífero. Que no tengan esta textura las rocas del Carbonífero superior, resulta, de que durante este plegamiento, no estaban aún consolidadas.

Al SO. de Ruesga (bosquejo 2) cabalga la caliza con «crinoides» y «foraminíferos» de la Peña, que aquí corre de O.-SO. a E.-NE., con inclinación de 40 a 50° al NO.,

sobre pizarras arcillosas del Culm, arrumbadas de Este a Oeste e inclinadas al Norte, y entre ambas rocas yace una brecha de empuje.

d) Tensiones o torsiones y fracturas en la arenisca roja media. Subida de porfirita

Al NO., Norte y NE. de Monasterio afloran porfiritas, ricas en feldespato, y rocas semejantes se observan al Norte de Rueda y Ligüerzana, estando relacionadas al límite entre el Paleozoico y la discordante Arenisca Abigarrada suprayacente.

Como ésta propiamente no incluye ninguna roca eruptiva, deben colocarse las porfiritas en el «rotliegende» Permiano. Para atribución de estas rocas eruptivas al Permiano, hablan en este sentido, no sólo su intercalación entre Paleozoico y Mesozoico, sino, también, el hecho de que junto a Viñón y Cabranes, hay ofitas y tobas que yacen sobre Paleozoico discordante. Considera también KARRENBERG verosímil que estas rocas son permianas y del piso indicado.

En tierra del Saar, las coladas de pórfidos y meláfiros tuvieron lugar en el período de Sötern e indica que en tal época del «mittelrotliegende» produjeron las tensiones y empujes tangenciales profundas hendiduras que hicieron posible la ascensión magmática. El foso del Este de Asturias estaba en esta época, como en el Carbonífero, dirigido de Este a Oeste y la fuerza de ruptura actuó de Norte a Sur.

e) Plegamiento en arenisca roja superior

Entre las masas porfiríticas y las suprayacentes, arenis-

cas abigarradas, hay, junto a Verbios y Monasterio, perceptible discordancia; las porfiritas, en lechos, han sufrido movimiento tectónico antes de sedimentarse la arenisca abigarrada y la «fase Saálica» ha influido también sobre la orogenia en el Norte de España.

Una discordancia de hasta 40° se observa cerca de Vado Cervera, entre el Supracarbonífero, inclinado allí 70° al E.-SE. y los conglomerados mesozoicos inclinados 30° al mismo rumbo. La colocación cronológica de este mesozoico es dudosa, pues, aun cuando SÁNCHEZ LOZANO (1912) los atribuye a la Creta inferior, podrían los conglomerados de cuarcita y arenisca pertenecer a la Arenisca Abigarrada Media. De los movimientos tectónicos terciarios se tratará al examinar la formación de la cuenca del Carrión y de los «montes de cobertura», mesozoicos.

IV. Las capas de Hulla

En el interior de la cuenca hullera del río Rubagón pueden diferenciarse, de Este a Oeste, los siguientes distritos mineros:

Orbó, Barruelo de Santullán, Valle de Santullán-Pera-pertú, San Cebrián de Mudá, Vergaño-Rabanal, San Felices, Celada de Roblecedo, Redondo y Areños.

a) Distrito de Orbó

La caliza con *Amigdalophyllum quirini* inicia el Carbonífero productivo en toda la cuenca, mientras hacia arriba está limitado por la caliza, con «corales y crinoides» de Sierra Coriza.

(Por ser muy conocido, desde el punto de vista minero,

Orbó y Barruelo, acortaremos mucho los datos que consigna al autor).

El Carbonífero productivo se articula aquí en tres grupos: Inferior, Medio y Superior. El grupo inferior de capas de carbón está separado del grupo medio por un conglomerado, de espesor variable, que disminuye hacia el Oeste y entre estas capas hulleras y las del grupo superior hay una zona estéril que mide 600 metros en Orbó, 500 metros en Barruelo y 400 metros en San Cebrián. Se extienden las capas de Orbó en una serie de estratos que alcanzan espesor total de 1.250 metros, mientras que la serie donde arman es de 900 metros en Barruelo y de sólo 700 en San Cebrián, disminuyendo hacia el Oeste el número de capas de hulla.

Tenemos, según Dupuy y Novo, el siguiente corte en resumen:

Grupo Superior.—Pizarras arcillosas; capa núm. 12, con 1,00 metro de espesor; 11 metros de caliza y capa núm. 11 con 0,70 metros espesor de carbón.

Zona estéril.—600 m. de pizarras arcillosas y areniscas.

Grupo Medio.—Capa de carbón núm. 10, con 0,30 metros de potencia; 103 m. de pizarras arcillosas y areniscas; capa núm. 9 en estéril; 70 m. de pizarras arcillosas con bancos de arenisca; capa de carbón núm. 9, con 0,80 metros de espesor; 25 m. pizarras y areniscas; capa núm. 7 con 1,3 m. de carbón; 25 m. separación estéril; capa núm. 6, con 1,2 m. carbón; 60 m. separación; capa núm. 5, con 1,5 m. de carbón; 11 m. separación estéril; capa núm. 4 con 1,00 m. de carbón; 155 m. de separación, integrado el terreno por pizarras arcillosas y bancos de arenisca, capa núm. 3 a, con 1,00 m. de carbón; 45 m. de separación; capa núm. 3, con 1,2 m. de carbón; 10 m. de separación.

Grupo inferior.—Capa núm. 2, con 1,00 m. de carbón; 90 m. pizarras y areniscas, zona estéril con conglomerados en la base; 25 m. separación y capa de carbón núm. 1, muy estrecha.

En oposición a los citados autores, MALLADA (1898, pág. 246) enumera 16 capas de carbón, de las que dos corresponderían al grupo inferior, 10 al medio y cuatro al superior. La lista de fósiles, hallados principalmente en el grupo medio de capas, indica el Westfaliense C. El grupo inferior no ha dado hasta ahora fósiles, pero es probable que se corresponda con el inferior de San Cebrián, perteneciente, sin duda, al Westfaliense B.

Sobre la composición del carbón, en cuadro que acompaña a aquel estudio se consignan múltiples datos y de ellos indicaremos solamente cifras límite:

| | | | |
|-------------------------|-------|---------|---|
| Carbono fijo..... | 66 | a 80 | % |
| Materias volátiles..... | 19 | a 31 | » |
| Cenizas..... | 2 | a 10 | » |
| Coque..... | 67 | a 81,2 | » |
| Calorías..... | 7.150 | a 8.160 | |

y según Estadística Minera de España, 1924, la composición media es:

| | |
|----------------|-------|
| Coque..... | 68 % |
| Volátiles..... | 20 » |
| Cenizas..... | 12 » |
| Calorías..... | 8.200 |

Corren las capas de Orbó del NO. al SE. y se inclinan unos 60° al NE., entrando el grupo superior bajo la tapa triásica del Cocoto, cota 1.503. Ninguna capa hullera ha sido aún explotada bajo la arenisca abigarrada.

b) Distrito de Barruelo de Santullán

Distingue MALLADA 16 capas de carbón, de ellas tres no explotables, en este distrito, mientras DUPUY y Novo sólo enumeran nueve inferiores y tres superiores.

Los perfiles que QUIRING inserta (pág. 33) como dados por MALLADA, DUPUY, Novo y FUCHSINGER difieren entre sí sensiblemente. En conjunto son bastante análogos al de Orbó, si bien mejorados en la mayor potencia de algunos lechos de hulla y menor anchura de las zonas estériles.

Como ejemplo cita un corte en que las series de separación entre grupos medio y superior son: 64 m. de arenisca y pizarra arcillosa; 50 m. de pizarra arcillosa; 32 metros de arenisca; 130 m. de pizarra arcillosa; 150 m. de arenisca y 74 metros de pizarra arcillosa.

Insértase seguidamente otro cuadro de composición de los carbones, tomado de MALLADA, muy semejante al de Orbó, e indica que el porcentaje de materias volátiles va aumentando hasta las capas superiores. Vale en el distrito de Barruelo la regla de HILTER que indica son más secos los carbones más viejos, y la capa más alta, por su excesivo contenido en piritas, se acerca al encendido espontáneo.

Del SO. al NE. aumenta también la inclinación de las capas, desde 55 a 80° y a dos kilómetros al NO. del Rubagón se encontró, por el gran geólogo español, una arenisca clara con *Spirifer bisulcatus* y *Spirifer glaber*.

Desde la superficie hasta la mayor profundidad de explotación actualmente alcanzada, las capas carboneras de los grupos inferior y medio conservan su inclinación; carecen de pliegues y de curvaturas acentuadas. Pertenecen estas capas hulleras a la rama SO. de la muy profunda cubeta de la Peña Verdiana, cuyo eje yace bajo la arenisca abigarrada de Brañosera (ver fig. 5).

c) Distrito de Valle de Santullán-Perapertú

Las capas productivas de Barruelo se prolongan en las de Peña Cilda, cota 1.614 metros, y Valle de Santullán y están separadas de aquéllas, que llegan hasta Campo Mayor, por un trastorno que corre de Valle de Santullán al valle occidental de Brañosera; el corrimiento lateral que han sufrido las capas mide 1,5 kilómetros aproximadamente. Las capas preséntanse también en grupos y la zona de estratos intermedios—pizarras, areniscas y gruesos conglomerados—que les separa, alcanza más de 1.000 metros de anchura.

Sin embargo, no es dudoso que las capas productivas del Valle de Santullán-Perapertú representan al grupo Inferior, las de Peña Cilda y Sestil el grupo Medio (capas 5 a 9) del distrito de Barruelo. Las capas 10 a 12, o grupo Superior, son desconocidas al Oeste de Campo Mayor y del Sestil, pues queda aquí bajo el Trías arenoso llánamente inclinado al N.-NE. Mas también las capas productivas de los grupos Medio e Inferior se ocultan en Sestil bajo la arenisca abigarrada y hoya de Carbonífero más alto. Por primera vez afloran de nuevo a ambos lados de la montaña caliza de la Verdiana, 1.760 metros cota, cerca de Redondo.

d) Distrito de San Cebrián de Mudá

Sobre la caliza coralina, con *Amygdalophyllum quirini*, que cruza la vía de salida de carbones en la boca Norte del túnel, entre la mina «María» y el lavadero, empieza también en este distrito el Carbonífero con capas de hulla. Sobre la caliza viene primero una pizarra arcillosa y estrato de arenisca, con 50 metros de espesor y algo más abajo de

la mina «María», en una trinchera del ferrocarril minero, destacan largos troncos de Calamariáceas. La arenisca es aquí arrastrada de tal modo por empuje horizontal que se inclina unos 50° al Oeste.

La serie de capas de San Cebrián empieza 400 metros al Norte del arroyo de Herrerueta y corre en dirección Sur sobre dicho arroyo, vertiente Este de Sierra Coriza; cúrvase entonces corriendo, paralela a la masa caliza de Alto Sierra, hacia el Oeste en dirección a Vergaño. La inclinación y buzamiento varían, en el valle de Herrerueta, y al Norte de él las capas de carbón llegan a estar volcadas.

El paquete de pizarras arcillosas en que arman las capas carboneras de San Cebrián posee espesor variable de 50 a 100 metros. En la mina «Florentina» se conocen tres capas de carbón con 0,50 a 1,00, 0,45 y 0,45 metros de espesor. En las minas «María» o «Mercedes Aurelia» son explotadas cuatro capas con 0,40 a 2,00 metros de carbón, de las cuales la cuarta es la más gruesa.

La flora recogida por el autor en la boca del socavón es, en conjunto, más vieja que la conocida en las capas 3 a 12 de Orbó, así es que las capas productivas de San Cebrián representan las más bajas del distrito Orbó-Barruelo.

Sobre la composición del carbón coquizable de San Cebrián, a más de los análisis de cada capa que indica el estudio citado, consignaremos sólo que, según la Estadística Minera de España, 1924, contiene:

| | |
|-------------------------|-------|
| Coque limpio..... | 65 % |
| Materias volátiles..... | 22 % |
| Cenizas..... | 13 % |
| Calorías..... | 7.650 |

e) Distrito de Vergaño-Rabanal

Las capas de San Cebrián, con corrida Este a Oeste y 30 a 40° de inclinación al Norte llegan hasta Vergaño. Sobre este lugar corre un notable trastorno por el cual son desplazadas las capas.

Afloran en la vertiente Sur de Cabra Mocha, con rumbo Este a Oeste y 30° de inclinación al Norte, y en la vertiente meridional del Alto San Cristóbal, 1.353, salen dos capas que han sido reconocidas por varias galerías y corren de NO. a SE. con buzamiento variable, casi verticales.

f) Distrito de San Felices de Castillería

Los distritos carboneros tratados antes yacen semejantemente *al Sur del tramo calizo, ininterrumpido, designado por los antiguos geólogos españoles como «caliza de montaña»* y que corre de Vañes a los altos de Tremaya.

Según la antigua concepción era ese tramo calizo de edad infracarbonífera. *Por sus fósiles y posición tectónica debe, sin embargo, ser articulado en el Carbonífero superior, yace sobre las capas productivas y es, en esta parte de las cuencas hulleras norte-españolas, el más alto miembro del Supracarbonífero.*

El tramo calizo forma una hoya alargada y bajo él yacen, también en profundidad, las capas de hulla. La concepción de DUPUY y NOVO según la cual no se desarrollan bancos de carbón bajo este tramo calizo ni bajo los de Celada, Verdeña y Redondo queda por ello en falta.

Al Norte de la cubeta caliza de Alto Sierra y Cabra Mocha, las capas de San Cebrián-Vergaño afloran en «silla» (pequeño brusco anticlinal) entre San Felices y la desem-

bocadura del río Castillería. Se observa el crestón de una capa de hulla a 1.000 metros al E.-SE. de Vañes, poco al Norte del tramo calizo en vertiente septentrional del Alto de San Cristóbal. Que esta capa de Vañes es idéntica con la capa superior de San Cebrián, excavada en lo alto de Sierra Coriza, no puede ser dudoso. Entre ambos salientes parece, sin embargo, faltar la capa al Sur del río Castillería; posiblemente ha sido empujada hacia abajo por trastorno longitudinal.

Sobre la rama Norte del pliegue de San Felices yacen las capas carboneras que afloran en la orilla Norte del río Castillería, entre Estalaya y San Felices. Estas tres capas forman un semicírculo y se inclinan de 10 a 25° al Norte; es más importante la superior, con 2,00 metros de carbón limpio; a ella está próxima una segunda capa y la inferior queda a 40 metros de ellas.

Su composición varía de 58 a 76 % carbono fijo; de 10,6 a 41 % materias volátiles y 4,5 a 16 % de cenizas. En 1936 se calicatearon a un metro al Norte de San Felices, tres capas arrumbadas de Norte a Sur con 30 a 50° de inclinación al Oeste muy ricas en materias volátiles.

Estas capas son equivalentes a las de San Cebrián, lo que se deduce no sólo de su semejante composición sino ante todo por su igual posición estratigráfica, pero también las dos capas de Verdeña no pueden pertenecer a ningún otro nivel aunque sean esencialmente más secas o antracíticas.

Su carácter antracítico es explicable por los fuertes empujes tectónicos que han sufrido las capas de carbón al Oeste de la línea Cervera, Estalaya, Peña Verdiana, y se reconoce en los mapas geológicos por el confuso entrecruzamiento de los tramos calizos y el afloramiento de rocas eruptivas.

g) Distrito de Celada de Roblecedo

El tramo calizo, estirado y fuertemente arqueado, de Verdegosa-Sosa, cotas 1.378, 1.428, 1.574, separa dos levantamientos, la «silla» de San Felices del de Tremaya-Celada. En igual manera separa el paquete calizo las capas carboneras de Verdeña-San Felices de las que en Celada de Roblecedo pertenecen al mismo nivel estratigráfico. Ambos grupos de capas forman las dos ramas del sinclinal de la Sosa y están a unos 1.000 metros bajo la superficie en su unión, según se indica en la fig. 7, perfil de Arbejal a la Verdiana.

El afloramiento del depósito hullero de Celada corre en un gran semicírculo que empieza al Este del Sosa, cota 1.428, y separado unos 200 a 300 metros del tramo calizo, sigue hacia el SE. Cerca de Celada el depósito hullero se dobla al NE. inclinado 60 a 70° al Sur y vuelve hacia el NO. en la mina «Perniana», donde buza al NE. muy escarpado y volcado; las capas de hulla también aquí se inclinan bajo el paquete calizo en las cimas—cotas 1.575 y 1.502—de Pical y Redondo.

El paquete de capas hulleras ha sido investigado, en 1935 y 1936, por numerosas excavaciones y galerías. Hasta la mina «María Luisa» no excede la potencia del carbón de 50 centímetros, y en su muro va la capa acompañada de un banco margoso, rico en fósiles «braquiópodos», «corales» y «crinoides». A los 900 metros al Este de Celada se descubrieron, en el socavón de «María Luisa», dos capas que buzan al Sur con 85° de pendiente, separadas por veta delgada de arcilla. De ellas la Norte tiene 2,00 metros y es explotable, mientras que la Sur es muy delgada allí y sólo explotable en la mina «Perniana»; parece que ambos se

acuñan al Norte de esta mina y su carbón es menos antracítico que el de Celada.

h) Distrito de Redondo

A un kilómetro aproximadamente de Santa María de Redondo afloran, en ambas laderas del valle del Pisuerga, dos delgadas capas de carbón, muy levantadas y buzando al N.-NE. Al mismo depósito antracítico pertenecen las dos capas que han sido calicatadas a unos 1.300 metros de Santa María de Redondo.

i) Distrito de Areños

El yacimiento de carbón descubierto en unos cuatro kilómetros de longitud corre, desde la confluencia de los ríos Pisuerga y de Lores, hacia el Norte, hasta Casavega. Las capas afloran en parte a la izquierda y en parte a la derecha del río de Areños y son conocidas cinco con 1,00 a 3,00 metros de carbón.

Están incluidas en dos bancos de areniscas que corren paralelos a ellas y que, por dureza, forman crestas y cumbres montañosas. Según análisis de R. ORIOL, tiene su carbón la composición siguiente:

| | |
|--------------------------|---------|
| Carbono fijo..... | 79,81 % |
| Materias volátiles | 20,18 » |
| Cenizas | 4,40 » |

A unos 1.300 metros al Oeste de Venta de Orbaneja, cruzan tres capas de carbón el río Lores. Su rumbo es Norte 40° Este y se inclinan 70° al Oeste, siendo verosímil que se puedan igualar con las de Areños y formen las dos ra-

mas de una estructura, hoyá isoclinal, volcada hacia el Oeste.

V. Reservas

La cuenca hullera del Rubagón está cerrada al Norte, Sur y Oeste, careciendo de límite natural al Este donde se hunde el Carbonífero Productivo hasta gran profundidad (1) ¿de modo brusco, a más de 1.000 metros?, siendo desconocida su prolongación más lejos. Hacia el Norte se acunñan las capas. Al Sur y Oeste se levantan en las «sillas» de Cervera y Lebanza.

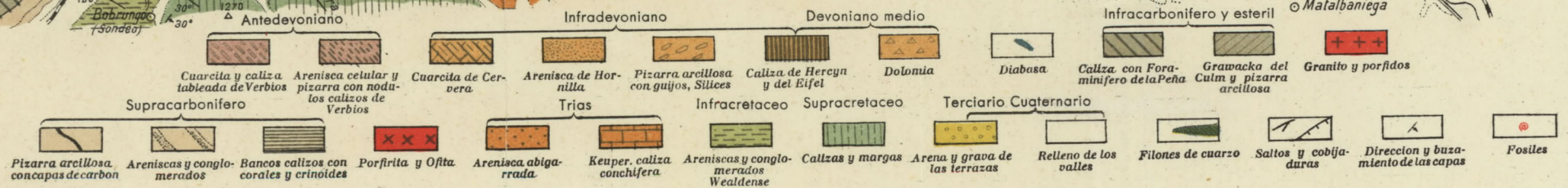
Para una profundidad explotable es relativamente fácil calcular las existencias.

| | Espe sor medio de carbón explotable | Superficies en carbón hasta 1.000 metros pro- fundidad | Existencias tras deduc- ción 30 por 100 Pérdidas |
|---|--|--|---|
| | Metros | Mill. Qm. | Millones tds. |
| Distrito de Orbó | 8,2 | 3,8 | 34,3 |
| Distrito de Barruelo | 11,3 | 5,0 | 62,2 |
| Distrito de Santullana-Perapertú | 2,7 | 0,9 | 2,7 |
| Distrito de San Cebrián-Vergaño | 2,4 | 13,0 | 34,4 |
| Distrito de San Felices-Castillería | 1,8 | 14,0 | 27,8 |
| Distrito de Celada de Robledo | 1,9 | 8,8 | 18,4 |
| Distrito de Redondo | | | |
| Distrito de Areños | 2,7 | 6,0 | 17,8 |

Tendríamos, sumando, 51,5 millones de metros cuadra- y 197,6 millones de toneladas de carbón. De esta existen- cia total se han extraído unos 16 millones de toneladas, así es que, hasta 1.000 metros de profundidad, se suponen ex- plotables unos 180 millones de toneladas.

(1) Opinión contraria del traductor.

Bosquejo geológico de la Cuenca Hullera del río Rubagón (Provincia de Palencia) por H. Quiring



C.—CUENCA CARBONÍFERA DEL CARRIÓN

I. Serie de estratos

La cuenca carbonera de facies Sur, o del río Carrión, está esencialmente más desarrollada que la de facies Norte, y con escasas interrupciones se extiende 160 kilómetros de Este a Oeste. Su límite oriental está junto a Cervera del Pisuerga y el occidental cerca de Villablino, en el río Sil, al Norte de Astorga.

Sigue la cuenca carbonífera la vertiente Sur de la Cordillera Cantábrica y mientras al Norte la limitan rocas antiguas, está limitada al Sur por una cubierta mesozoica.

La banda de Supracarbonífero productivo aflora en la provincia de Palencia, entre Cervera y Guardo, con sólo uno a dos kilómetros de anchura y su límite meridional bajo el Mesozoico es desconocido. Hasta ahora sólo se ha medido el espesor de los «montes de cobertura» y de las capas de carbón infrayacente por un sondeo profundo próximo a la estación de Cervera. Se estima en unos 30 kilómetros el ancho de la cuenca hullera.

Como en la cuenca del Rubagón, también en la del río Carrión la minería de carbón marcha sin interrupciones desde 1840. El carbón es preferentemente antracitoso y esto es más singular puesto que, según los restos de

plantas allí hallados, pertenece este carbón a unos tramos de estratos Westfaliense D y Estefaniense esencialmente más altos que el coquizable del Rubagón. Por otra parte, la regla de Hilter no sirve para comparaciones regionales sino para perfiles verticales.

| TRAMOS | | SERIE ESTRATIGRÁFICA | ESPESOR | |
|-----------------------|--|----------------------|--|----------------|
| Permiano | | Falta o ausencia. | | |
| Carbonífero superior. | Westfaliense. | Estefaniense. | Grupo Superior, capas carbón o de Aviñante; tres a cuatro capas con 1,2 hasta cuatro metros. | hasta 170 m. |
| | | D | Pizarra arcillosa y areniscas. | hasta 600 m. |
| | | | Grupo Medio de capas, o de Santiabáñez; tres a siete capas, con 2 a 7,5 metros carbón. | hasta 300 m. |
| | | | Pizarra arcillosa; bancos areniscas. | hasta 800 m. |
| | | | Grupo Inferior, o de Requejada; dos a cuatro capas con 1 a 2,2 metros carbón. | hasta 100 m. |
| | Pizarras y areniscas; además conglomerados al Oeste del Carrión. | hasta 400 m. | | |
| Infracarbonífero. | Westfaliense. | C B A | Hueco, falta o ausencia. | |
| | | Namuriense. | | |
| | | Dinantense. | Caliza, con foraminíferos, de la Peña. | hasta 1.200 m. |

Cuadro fig. 10.—Serie del Carrión

NOTA.— Se da a este cuadro el núm. 10 por suprimirse los núms. 8 y 9 del texto alemán, muy conocidos

Para aclarar aquella singularidad debe admitirse que las capas de carbón de facies meridional han debido permanecer más largo tiempo a gran profundidad y serían, por ello, más degasificadas que las de facies Norte. Si la serie del Carrión se ha hecho seca por larga permanencia

en zonas de alta temperatura o por haber estado bajo más fuerte carga, de espesa serie de estratos, no puede aún ser decidido.

Una segunda diferencia entre ambas cuencas hulleras consiste en que las intercalaciones, sobre todo las calizas con «corales» y «crinoides», tan marcadas en la cuenca del Rubagón, faltan en ésta del río Carrión, donde dominan pizarras arcillosas con pocos bancos de arenisca y raros conglomerados; los estratos que acompañan a las capas de carbón son, pues, «limnicos», sedimentos de lagos interiores. Se intercalan entre la «caliza de la Peña» y el Carbonífero superior productivo y tanto los sedimentos limnicos como la gran extensión longitudinal, por escaso ancho, de la cuenca del Carrión, dan la clave de que se trata de una cuenca de hundimiento y fracturas (Einbruchsbecken) cual la de Saar.

Las capas de hulla de la cuenca del Carrión son esencialmente menos dobladas o curvadas y rotas, por empuje, que las del Rubagón. En consecuencia se sostienen las capas sobre largas distancias y su formación no es de facies cambiante. Mientras en el Rubagón los tres grupos de capas hulleras, desde Orbó a Casavegas, en su prolongación, apenas pueden seguirse y sólo por los fósiles se fijan horizontes, los tres grupos de capas de carbón en esta cuenca del Carrión se sostienen desde Cervera hasta Guardo y algunas locales interrupciones, originadas por corrimientos tectónicos, se alcanzan con la vista.

El espesor o anchura del Supracarbonífero parece aumentar de Este a Oeste: Al Norte de Cantoral tiene el Carbonífero superior antracilífero unos 700 metros de espesor, junto a Villaverde de la Peña un kilómetro y su máximo espesor parece ser de 1,5 kilómetros cerca de Guardo. En esta cuenca faltan las rocas del Culm.

Al Norte el Supracarbonífero del Carrión va acompañado por la infracarbonífera «caliza con foraminíferos de la Peña», de cuya determinación de edad se ha tratado en el primer capítulo. Esta caliza de la Peña, junta los altos de Peña Cantoral (1.782 metros), Peña Oracada, Cotorno, Peña Redonda (1.990), Cueto Palomo, etc., y la serie de alturas sin árboles se eleva sobre el plano de Guardo Castrejón, o cuenca de Congosto; un extenso hundimiento en cuya línea de sutura, entre llano y alta montaña, se trabajan las minas de carbón.

El límite Sur del Infracarbonífero forma la depresión, suavemente ondulada, de Congosto, cuyo zócalo integran rocas mesozoicas. Próximos están, entre Cervera y Cantoral, arenas y areniscas, claras y pardas, a las cuales se intercalan margas, arcillas, cuarcitas y conglomerados calizos con cemento generalmente arenoso. Junto a la estación de Cervera el sondeo profundo cruza estratos con conglomerados que llegan hasta el infrayacente Carbonífero superior, con capas explotables.

Por el colaborador e inspector del sondeo, R. S. LOZANO, se ha atribuido a estos conglomerados y bancos de arenisca, edad infracretácea y el autor alemán no ha hallado fósiles. Al Sur, cerca de Respenda y Roscales, yace el conglomerado casi horizontal, mientras que cerca de Pisón y Tarilonte buza, con 60 a 80° de inclinación, bajo el tramo calizo de las Peñillas. Todas estas rocas han compartido el gran movimiento orogénico, o empuje Sur, del Terciario inferior y no son, pues, en ningún caso, neógenas ni cuaternarias.

Si se sigue, para opinión o crítica de las rocas de cubierta, a SÁNCHEZ LOZANO, se tiene en las areniscas y conglomerados un representante de la caliza terrígena del Weald. Sin embargo, es posible que esta arenisca con

conglomerados, de Vado Cervera y del sondeo, pertenezca a la Arenisca Abigarrada Media.

Entre el Supracarbonífero y la caliza del Senonense, de la Peñilla y del Otero, 1.263 metros, aflora una arenisca calífera volcada hacia el Sur. Se puede seguir hacia el Oeste hasta Guardo y cerca de Villaverde dió a CASIANO DE PRADO, fósiles cenomanenses (*Natica matheroniana*, d'Orb.; *Phassianella supracretacea* y *Terebratula biplicata*, Bron.); además, en la carretera de Tarilonte a Villaverde halló el autor, cerca de Velilla de Tarilonte, huesos de peces incluidos en una caliza arenosa cenomanense, arrumbada allí Este a Oeste y con unos 45° de buzamiento septentrional. Al Oeste, cerca de Muñeca, afloran calizas turonenses, que yacen en Aviñante sobre una fosa volcada de la caliza arenosa cenomanense.

El más joven sedimento cretáceo es la caliza de Peñillas de Castrejón, del Otero y de Suertes Nuevas, cerca de Tarilonte, que se puede seguir hasta Viduerna; estos bancos calizos se levantan de 60 a 90° en las Peñillas y a medio camino están volcados al Sur; a la salida Norte de Tarilonte halló, en la caliza que allí buza 40° Norte, «rudistitos» clasificados como *Preradiolites plicatus* y *Radiolites* aff. *mamilaris*, del Santoniense. Para la fijación de época del movimiento orogénico, que ha afectado a la cuenca carbonífera del Carrión y a su cubierta cretácea, es muy importante esta determinación de fósiles, pues de ella resulta que ha afectado también al Senonense, tramo Santoniense.

Sólo queda discutible la edad de la arenisca, con conglomerados, de Vado Cervera y Cantoral, en que penetra el sondeo de la Estación, e igualmente dudosa es la colocación estratigráfica del conglomerado calizo y bancos de arenisca de Pisón de Castrejón, Tarilonte y Viduerna. La

edad cuaternaria indicada por R. ORIOL es descartada, no sólo por el plegamiento que experimentaron estas capas, sino también porque se hallan en el distrito carbonero de Villanueva y Traspeña, verdaderas formaciones terciarias; son en parte miocenas, en parte de edad pliocena y yacen casi horizontales, no plegadas.

Afloramientos de arcillas miocenas abigarradas hay al Este de Traspeña, con las que se fabrican adobes, y en el Vallejo, al Norte de la iglesia de Villanueva, donde tiene unos cinco metros de espesor, quedando cubierto por areniscas cuarzosas y guijos de terraza, con análogo espesor, que deben situarse en el Plioceno inferior.

De los estratos que forman cubierta, entra en la concesión «San Claudio», de Traspeña, una singular brecha caliza que cubre vastas superficies, yaciendo horizontal o casi llana. Esta brecha está integrada por fragmentos angulosos, de caliza de la Peña, sólidamente cementados, y tiene un espesor de hasta 10 metros, llenando gran parte de la depresión de Alta Peña y las Peñillas.

Los restos calizos fueron arrastrados, por flotación, de los valles de la Peña, en épocas de fuertes precipitaciones y el agua, saturada de carbonato cálcico, cementó los escombros; la edad de esta roca debe colocarse en épocas glaciales que en España, como otras comarcas mediterráneas, eran épocas pluviales.

En todas las montañas calizas, sobre todo del Norte de Africa, se han depositado, en tiempos pluviales, más o menos potentes brechas y cortezas calizas o «alabastro», en el sentido original de egipcios y griegos.

Para el distrito carbonero del río Carrión, tiene la brecha notoria significación, porque en muchos lugares cubre capas de carbón; su espesor no es, sin embargo, tan grande que dificulte los afloramientos.

En el distrito carbonero de la Peña afloran, pues, las rocas y estratos siguientes:

Cuaternario:

Aluvial: Escombros colgantes y relleno de los valles.

Diluvial: Escombros calizos y brecha caliza.

Terciario:

Guijarros cuarzosos y arenas, infrapliocenas.

Arcilla abigarrada, miocena.

Cretáceo:

Senonense: Caliza del tramo Santoniense.

Turonense y Cenomanense: Margas y areniscas

Wealdense: Conglomerado y areniscas.

Permiano:

Arenisca abigarrada media.

Carbonífero superior:

Pizarras y areniscas, con capas de carbón.

Carbonífero inferior:

Caliza con foraminíferos.

Devoniano:

Pizarras arcillosas abigarradas, grauwackas micáceas, calizas, cuarcitas y areniscas.

II. Tectónica

El núcleo de la Peña, integrado por cuarcita infradevoniense y arrumbado de Este a Oeste, forma al Oeste de Cervera una «silla» (brusco pequeño anticlinal) volcado al Sur, cuya rama Norte se inclina 30° y la Sur unos 60°, también al Norte. Análoga proyección de los pliegues se observa junto a Ruesga y San Martín, por lo cual el empuje conjunto de las montañas de la Peña resulta de dirección septentrional.

También está volcada la caliza de foraminíferos infracarbonífera que, con el Carbonífero superior productivo, sobre ella, forma la rama Sur del anticlinal de Cervera. Los bancos calizos de la Peña Oracada, Peña Redonda, Castro Palomo, etc., volcados, buzan al Norte con mediana o fuerte inclinación. Hacia el Sur colócanse las pizarras arcillosas, areniscas y capas de carbón del Carbonífero superior, que generalmente buzan al Norte, por estar también volcadas. No ha podido el autor fijar discordancias dentro del Paleozoico, mas sí lagunas o faltas estratigráficas entre Devoniano y Carbonífero, así como entre Infra y Supracarbonífero que, en la cuenca del Carrión, sólo abarca al tramo Westfaliense D y el Estefaniense (fig. 11).

Ninguna roca muestra planos o juntas de cristalización. Aun la cuarcita devoniana y la caliza infracarbonífera de la Peña no son de las más fuertes, pues la inclusión de fósiles ha hecho al contacto alguna desconocida metamorfosis; opina el autor contrariamente a los geólogos españoles.

Tegulinidad o esquistosidad transversal ha observado solamente en las pizarras devonianas de Otero y en las del Culm, de Ruesga; sus planos de junta se arrumban de Este a Oeste con 50 a 80° de inclinación al Norte, y siguen los planos de plegamiento en las «sillas» y cubetas, volcadas hacia el Sur. Las rocas del Carbonífero superior, Mesozoico y Cainozoico no son pizarreñas.

La cuenca carbonífera del Carrión se ha hundido sin plegarse en tiempos finales del Westfaliense y en el Estefaniense, después del plegamiento infracarbonífero. Entre dos grandes bloques, separados por giro, se introdujo, por tensiones o arrastres laterales, la fosa del Carrión, en una anchura de 30 kilómetros y longitud Este a Oeste de unos 160 kilómetros. En la cubeta que lentamente se hundía, a más de 1.000 metros, yacía un lago interior alargado, par-

PERFIL DE CASTREJON DE LA PEÑA A VILLANUEVA DE VAÑES

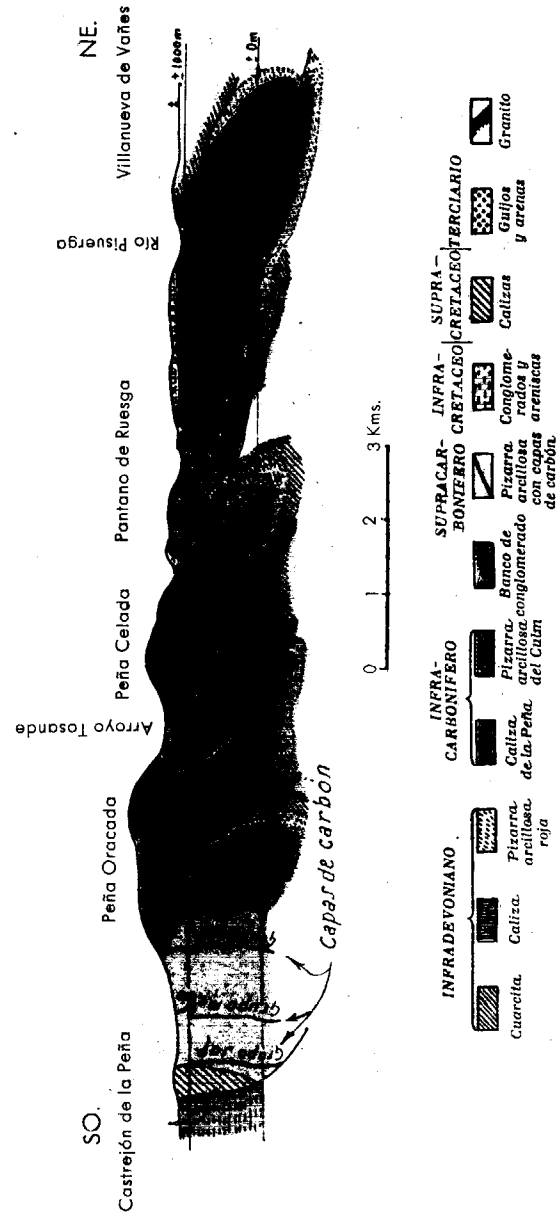


Fig. 11

PERFIL DE CASTREJON DE LA PEÑA A VILLANUEVA DE VAÑES.

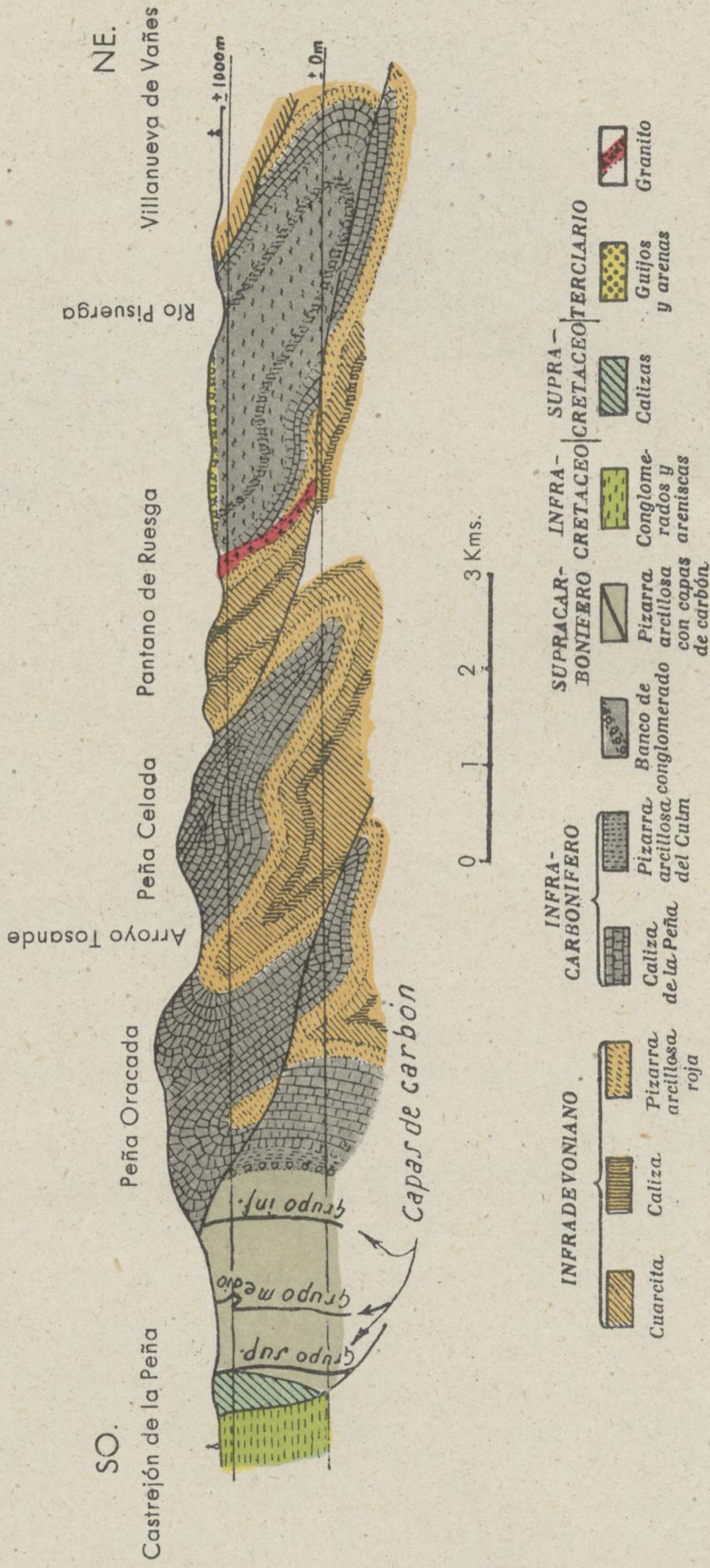


Fig. 11

cialmente relleno y con turba. De la turbera, frecuentemente cubierta y atravesada por barro del lago, se originaron las capas de carbón.

Por primera vez se plegaron las capas hulleras del Carrión en época del «rotliegende» Permiano (o Triásico) y aun no es fácil fijar si este plegamiento o el postcretáceo, dirigido también hacia el Sur, produjo la inversión de las capas del distrito carbonero, entre Cantoral y Guardo. La inclinación precretácica de las capas hulleras, hacia el Sur, nos da, sin embargo, la clave de que el movimiento Saálico (de época permotriásica) no sólo afectó a la cuenca del Rubagón sino también a ésta, con igual dirección Norte a Sur.

El Devoniano y la masa caliza de la Peña, infracarbonífera, son atravesados, entre los ríos Carrión y Pisuerga, por numerosas fosas transversales. Estos abismos, de edad precretácica, se arrumban de SO. a NE. y atraviesan también, con pocas excepciones, el Carbonífero superior, mas no los montes de cubierta mesozoica, y terminan en el corrimiento de Guardo.

Plegamiento principal post-santoniense

Igual que el Carbonífero está también el Cretáceo, vecino al Sur, volcado entre Cantoral y Guardo. Que rocas mesozoicas de muy distinta época (arenisca abigarrada, Infracretáceo, Cenomanense, Senonense) toquen al Supracarbonífero, da la clave de que éste, en la cobijadura de Guardo, está empujado desde el Norte sobre el Mesozoico.

Poco al Sur de la zona volcada y cobijada, toman las capas cretáceas, cerca de Villalveto y Recueva, situación llana. También en el sondeo de la estación de Cervera se

determinaron, para Cretáceo y Supracarbonífero productivo, inclinaciones moderadas.

Es, por ello, muy verosímil que al Sur de Castrejón de la Peña y Tarilonte, en la cuenca de Congosto, esté siempre llano el Carbonífero y colocado inmediatamente debajo del Mesozoico. Puesto que ya a pocos kilómetros al Sur de la zona de inversión y cabalgamiento, las rocas cretáceas yacen casi horizontales, tiene allí lugar un plegamiento articulado que se une al corrimiento o cobijadura.

Epoca y dirección de empuje, en el plegamiento principal del Carrión, son claros de determinar. El plegamiento tiene edad post-Santonense (pirenaica tal vez), ya que el Mioceno y Plioceno no están afectados. Puesto que los pliegues se arrumban de Este a Oeste y sus planos buzanan al Norte, la dirección de empuje actuaba hacia el Sur.

III. Capas de carbón de piedra

La pertenencia de los tres grupos de capas de la cuenca carbonera del Carrión al Westfaliense D y Estefaniense se prueba con la lista de fósiles dada por L. MALLADA (1898, pág. 256) y los ya hallados por C. DE PRADO: *Calamites pachyderma* y *Pecopteris arborescens*, Schloth.

Además, reunió el autor, y fueron clasificados por GOTHAN, las siguientes plantas del grupo medio de capas: En escombrera del pozo Dionisio: *Alethopteris* cf. *davrenxi*, Brong.; *Pecopteris unita*, Brong.; *Lepidodendron*, sp.

Escombrera del Pozo Viejo, al Este de Traspaña: *Alethopteris serli*, Brong.; *A. coster*, Zeill.; *Linopteris neuropteroides*, Gutb.; *Annularia stellata*, Schloth y *Sphenophyllum* n. sp. aff. *verticillatum*, Schloth. Escombrera del pozo San Claudio, cerca de Villanueva: *Annularia sphen-*

phylloides, Zenk. y *Sphenophyllum* n. sp. aff. *verticillatum*, Schlot.

Sobre la composición de los carbones, un cálculo de términos medios da, para los distintos sectores de la cuenca del Carrión, los valores siguientes:

| | Coque limpio | Materias volátiles | Cenizas |
|---|--------------|--------------------|---------|
| Sector Traspaña, Villanueva Tarilonte-Santibáñez | 84,0 % | 10,3 % | 5,7 % |
| Sector de Valdecastro | 72,1 > | 18,8 > | 9,1 > |
| Sector de Consol Menor | 68,5 > | 19,7 > | 10,4 > |
| Sector Valdecorcós, Vertiente del Cea, Matalacasilla, Alto de Rioyo | 56,1 < | 32,7 > | 12,5 > |

Cada uno de los tres grupos de capas de carbón diferenciados en la cuenca del río Carrión, contiene, entre Guardo y Cervera, de tres a seis capas que no en todas partes son explotables. Las rocas que yacen entre los grupos son pobres en capas.

a) Grupo de capas carboneras N. o de Requejada

El grupo septentrional, y por ello más viejo, consta de tres a seis capas de carbón, de las cuales la más antigua está separada de la «caliza con foraminíferos» de la Peña por pizaras arcillosas, de 50 a 200 metros de espesor, con escasos bancos de arenisca. Los más orientales afloramientos hasta ahora conocidos están en la zona alta del arroyo Ortegá, concesión «Luis». Más al Este, hacia el Norte de Cantoral y Dehesa de Montejo, queda este grupo de capas de carbón oculto y cobijado por la caliza con foraminíferos de Peña Cantoral.

Cerca de la caliza, en la ladera Oeste del valle del

torrente o arroyo Ortegal, se han realizado múltiples excavaciones y galerías. En las cotas 1.125-1.134 metros sobre el mar, han descubierto tres de las cinco capas conocidas por sus afloramientos. Tiene aquí la primera capa 1,00 metros de espesor en carbón; la segunda 0,50 metros y la restante aun más estrecha. Su inclinación es de 70 a 90°, e invertidos buzcan, como todo el hullero, bajo la caliza de foraminíferos. No se explotan y son, según SÁNCHEZ LOZANO, abundantes en piritas y cenizas.

Debido a la espesa brecha caliza que las cubre, estas capas, tal vez explotables en otros parajes, no están reconocidas al Este ni al Oeste del arroyo Ortegal. Al Oeste de este arroyo y NE. de Traspeña se hizo un reconocimiento, y a 50 metros de la caliza infracarbonífera se excavaron dos delgadas capas de carbón.

Admite SÁNCHEZ LOZANO que las capas descubiertas en el pozo de Villanueva, posiblemente pertenecen al grupo Norte. Por consideración al fuerte plegamiento está justificada la solución o hipótesis de que allí afloran las capas medias. Al NO. de Villanueva de la Peña, en el sector arroyo de Balurcia, se descubrieron tres capas demasiado estrechas para ser explotables y que, con 70° de inclinación buzcan, invertidas, bajo la caliza de la Peña.

Al exterior de las concesiones de la mina «San Claudio» y al Norte de Velilla y Villaverde de la Peña, un socavón ha descubierto las capas del grupo Norte en las concesiones «Requejada» y «La Positiva». Aquí se han localizado cinco capas de carbón con 0,7, 0,9, 0,9, 0,6 y 1,2 metros de espesor, de las cuales ésta, más potente, representa claramente la primera capa de las excavadas en arroyo de Ortegal.

Hasta Villaverde de la Peña acompañan las capas carboníferas del grupo Norte a estrecha distancia la caliza

infracarbonífera. Junto a Villafria alcanza la distancia setecientos metros y disminuyese a 300 metros junto a Las Heras. Al Norte de Villanueva de Muñeca se conocen cuatro capas, del grupo Norte, muy levantadas y la zona intermedia pobre, alcanza unos 300 a 400 metros, desde este grupo al medio.

Al Oeste del río Carrión continúan en Valdecorcos las capas del grupo Norte. Entre las capas de carbón y el borde de la caliza infracarbonífera, arrumbado al Norte, intercálase un banco de conglomerados en la banda supracarbonífera ensanchada.

La falta aparente de estos conglomerados, al Este del Carrión, confirma la hipótesis de que ya aquí los tramos más profundos—Westfaliense B y C—del Supracarbonífero, con conglomerados en la cuenca del Rubagón, se introducen separando el grupo Norte de capas de carbón (Westfaliense D) y la caliza infracarbonífera.

b) Grupo medio o de Santibáñez

Es económicamente el grupo más valioso, y al Este de la mina «San Claudio», camino de Cantoral a Cervera, ha sido reconocido en cuatro kilómetros y medio de longitud. Al Oeste colócase el grupo de capas bajo un canturreal de hasta diez metros de espesor y esta zona, no reconocida, se extiende al Norte de Cubillo en unos dos kilómetros de longitud. Más allá, las capas de carbón han sido calicateadas, casi sin interrupción, en unos cinco kilómetros de corrida y explotadas las zonas próximas a la superficie.

El reconocimiento más oriental de este grupo se halla en Valdesagario, concesión «Constancia», al Norte del ferrocarril Cantoral-Cervera, donde se hallaron cuatro capas con 0,70 a 1,00 metros de carbón, que siguen, muy levanta-

das, rumbo SO. a NE. y cuya composición, según antiguo análisis era:

| | |
|-------------------------|---------|
| Coque limpio | 89,90 % |
| Materias volátiles..... | 2,91 » |
| Cenizas | 3,06 » |
| Agua | 5,12 » |

Al Norte de Cantoral las capas de este grupo medio atraviesan las concesiones «La Verdad» y «San Claudio», pasando la capa principal, acompañada por grueso banco de arenisca, sobre el arroyo Ortegual, Pozo Gerardo y Pozo Grande, hacia el Oeste. Integran aquí el grupo tres o cuatro capas y éstas tan plegadas que engañosamente simulan ser siete u ocho; de ellas, la más meridional es la más gruesa, vecina al banco de arenisca, con dos vetas de carbón, de 0,80 a 1,00 y 0,20 metros. Son casi verticales y su buzamiento es en unas partes al Norte y en otras al Sur, como consecuencia de su curvatura; las dos capas más antiguas y septentrionales, separadas 15 y 60 metros de la principal, son muy estrechas.

Al Oeste del Pozo Grande sólo se han descubierto las capas de ambos lados del inmediato Vallejo; pues, más allá, se ocultan en 500 metros de corrida, bajo el canturreal calizo, y sólo cerca del camino que va de Traspeña al NE. se han hecho calicatas que descubrieron tres capas, de las cuales la meridional, o capa principal, con un metro de carbón, es idéntica a la del Pozo Gerardo, debiendo, pues, ser explotable bajo la cubierta de cantos calizos.

Hacia occidente, del antes indicado camino, parece la capa principal empujada unos 150 metros al Norte y ha sido fijada por cuatro excavaciones en 200 metros de corrida, con 0,90 a 1,00 metros de espesor. Más adelante semeja haber sufrido otro trastorno lateral que, en el pozo

inclinado, desplaza unos 250 metros la capa principal sobre la iglesia de Traspeña. En el levantamiento cupular, al NE. del Pozo Quito, vuelve a aflorar dicha capa de carbón acompañada al Sur por banco de arenisca.

En el sector Pozo Quito, de unos 30 metros de profundidad, y hasta 250 metros al Oeste de él, se ha descubierto la capa principal, con 0,60 a 0,95 metros de espesor, acompañada por el banco de arenisca y con 70 a 85° de inclinación al Norte. En otra excavación, que dista unos 240 metros al Oeste de aquel pozo, la capa principal, con casi igual espesor total de carbón, está separada en dos banquitos por una intercalación estéril. También las otras dos capas, más antiguas, han sido descubiertas en la vecindad de este pozo, con sólo 0,40 y 0,70 metros de carbón.

Más al Oeste del sector Pozo Quito faltan excavaciones inmediatas, especialmente porque a occidente del arroyo de Quintanilla, espeso canturreal calizo rellena el terreno. Primero, en la cumbre de Hornilla, cota 1.182, se ha hecho una calicata en la vertiente Sur y galería en la vertiente Oeste, que descubrieron otra vez la capa principal, acompañada por bancos de arenisca.

En el sector de Hornilla y al Este de Villanueva describen las capas carboneras de este grupo, un gancho paralelo al que presenta al Oeste del pueblo el tramo calizo y la capa principal; entre el camino de Villanueva a Castrejón y el arroyo de Quintanilla, se ha descubierto en unos 300 metros de longitud con rumbo SO. a NE. y 50 a 55° de inclinación al NO. Tiene un metro de espesor en Pozo Viejo, Pozo núm. 2 e inmediaciones, y va acompañada de las otras dos capas paralelas, de las cuales la más antigua ha sido explotada, en el sector central, al Este de Villanueva. Entre este pueblo y Pozo Corralillo se ha reco-

nocido, por pozo inclinado, esta capa más antigua o núm. 3, con espesor de hasta 1,50 metros en carbón, de trozos gruesos, antracitoso.

La capa principal, en el Pozo de Villanueva, tiene un metro de carbón, va acompañada del banco de arenisca, reconocida por pozo oblicuo, con 50° de inclinación al Sur, y ha sido puesta en explotación. Esta capa y las dos paralelas han sido seguidas por excavaciones a unos 400 metros, en la vertiente izquierda del valle. Aquí no sólo la capa principal, sino la más antigua, que tiene 0,60 metros de carbón y dista de aquélla sólo 60 a 80 metros, se consideran explotables. Atribuye SÁNCHEZ LOZANO a este carbón una composición de 91,32 % de carbono fijo y 2,33 % de cenizas.

Al Norte de Villanueva se curvan las capas de carbón y rocas vecinas, desapareciendo con el Carbonífero bajo la brecha caliza que alcanza hasta 10 metros de espesor, la cual, junto a la iglesia de este pueblo y más al Oeste, hasta el arroyo de Balurcia, cubre toda la comarca.

Bajo esta brecha vuelve a aflorar el Carbonífero, con las capas de carbón del grupo Medio, en la bifurcación del valle del citado arroyo. En este paraje, cota 1.170, se han descubierto siete capas con el espesor e inclinación siguientes, numerando de Norte a Sur:

1.^a capa: 0,90 metros; 70 a 83° Norte. 2.^a capa: 3,00 metros; 60 a 70° Norte. 3.^a y 4.^a capas: 1,50 y 0,40 metros; 60 a 63° Norte. 5.^a capa: 0,43 metros; 52° Norte. 6.^a capa: 0,45 m.; 58° Norte. 7.^a capa: 0,55 + 0,43 m.; 65 a 85° Norte.

La capa 7, en dos bancos, debe representar la principal y aun no puede decidirse si este mayor número de capas es debido a presentarse en el grupo otras más antiguas o a repetición por pliegues; precisa hallar la arenisca y seguir en dirección.

El aumento de espesor de las capas carboneras del Grupo Medio se demuestra también por los datos de explotación de la mina «Dos Hermanos», al Norte de Villanueva, donde la capa principal alcanza 1,50 metros de espesor en carbón y donde se han determinado cinco capas explotables con 0,50 a 1,50 metros de carbón antracítico, que dan gruesos trozos.

Indicaremos como tipo de estos carbones, uno de los análisis dado por S. LOZANO:

| | |
|-------------------------|---------|
| Carbón limpio..... | 88,62 % |
| Materias volátiles..... | 4,60 » |
| Cenizas..... | 4,62 » |
| Agua..... | 2,65 » |
| Calorías..... | 7.967 |

Al Norte de Santibáñez de la Peña, con una galería de 217 metros de longitud, se han determinado siete capas con 0,7 a 1,5 metros, 0,4, 0,5, 0,6 y 0,8 metros de espesor, en carbón, así como otros dos carboneros no explotables. Estas capas corresponden a los grupos Norte y Medio.

Se sostienen tres o cuatro capas de los grupos Norte y Medio en prolongación hasta Muñeca y encima hasta Val de Hillera. Al Oeste de Val de Hillera y Val de Castro las capas son muy trastornadas por los grandes saltos y desplazamientos que corren en esos valles, de modo que la identificación presenta dificultades. En Val de Castro, al Norte de Guardo, se han reconocido cinco o seis capas de carbón, con 0,80 a 2,00 metros de espesor.

c) Grupo Sur o de Aviñante

En este grupo han sido determinadas dos capas de carbón, cuyo reconocimiento más oriental se halla en la conce-

sión «La Constancia», junto a la línea del ferrocarril de Cantoral a Cervera del Pisuerga. Las tres capas de carbón, muy levantadas y buzando al Sur, afloran allí con 0,50, 0,50 y 1,00 metro a 1,50 metros de espesor. Estas mismas capas han sido descubiertas en el camino de Cubillo a Cantoral y se hallan muy próximas al límite entre Carbonífero y Cretáceo superior.

Sólo es conocido el grupo Sur en la concesión «San Claudio», junto a la cota 1.197, en vertiente Norte del arroyo de Nores. La falta de otras descubiertas en esta mina y en la «Isabel» es, ante todo, porque el límite de Carbonífero y Supracretáceo queda a medio camino casi cubierto por masas de derrubios diluviales y en varios sitios, cual al Este de Villanueva, es verosímil que un marcado salto haya empujado los estratos limítrofes del Carbonífero bajo el Cretáceo. Al Oeste de la concesión «San Claudio», es el grupo Sur explotable desde Velilla de Tarilonte a Villaverde, Aviñante y Santibáñez, en larga serie de capas con escarpado buzamiento al Norte. En Villaverde afloran tres capas con 1,00, 0,70 y 0,65 metros de carbón.

Sondeo de Cervera

Al Oeste de la cuenca carbonera del Carrión fué perforado, en 1908 a 1910, por la C.^a de Villaverde, un sondeo profundo. El punto de taladro está situado en la concesión «La Constancia», al SO. de la estación de Cervera en la zona de montes mesozoicos de cubierta, que allí tienen 263 metros de espesor. Llegó la perforación a 400 metros de profundidad, penetrando 137 metros en Supracarbonífero.

Consigna S. LOZANO, en detallada nota (1912), minuciosa reseña de todos los estratos atravesados, y así lo copia H. QUIRING. En esta traducción abreviada diremos tan sólo

que se cortaron cuatro capas de hulla antracitosa: la 1.^a a los 276 metros, con 1,80 metros de espesor y 12° de inclinación; la 2.^a a los 282,5 metros, con 0,55 metros de espesor y 15° de inclinación; la 3.^a a los 332 metros de profundidad, con 1,00 metros de espesor, y la 4.^a a los 350,7 metros, con 0,70 metros de espesor y 30° de inclinación las pizarras negras infrayacentes. Entre sus datos de análisis consignaremos.

| | 1. ^a CAPA | 3. ^a CAPA |
|--------------------------|----------------------|----------------------|
| Carbón limpio | 92,52 % | 88,25 % |
| Materias volátiles | 4,10 > | 3,35 > |
| Cenizas | 3,38 > | 6,20 > |
| Agua | 1,10 > | |
| Azufre | 0,71 > | 1,16 > |
| Alquitrán | 1,51 > | 1,60 > |
| Poder calorífico | 7880 | 7990 |

En contra de la opinión de R. ORIOL, atribuyó S. LOZANO todo el Mesozoico atravesado—arenas y areniscas en su gran mayoría, con algunas margas y conglomerados—al Infracretáceo; esta idea es admitida por el autor alemán aquí traducido.

Hace notar, sin embargo, que las rocas atravesadas en nada se parecen a las del Wealdense alemán sino, más bien, a los depósitos de la «Arenisca Abigarrada Media» que es posible no termine en Cervera de Pisuerga sino que alcance más al Oeste, y junto a Cantoral yazca directamente sobre el Carbonífero. En todo caso las capas, con cantos rodados y conglomerados, del sondeo de Cervera son depósitos fluviales, no marinos.

La débil discordancia que muestra el sondeo, entre Mesozoico y Carbonífero, no vale como prueba de no existen-

cia de un plegamiento permiano; cerca de Vado Cervera hay discordancia de casi 40°. Los datos del sondeo muestran que ya al Sur del ferrocarril, en la estación de Cervera, el Mesozoico se coloca más llano que cerca de Cubillo, Traspeña y Tarilonte. El plegamiento post-santoniense ha afectado fuertemente sólo a una zona poco ancha y en la cuenca de Congosto, donde se emplazó el sondeo, yacen las capas más tranquilas.

Las capas atravesadas en la perforación equivalen a las del Grupo Sur o de Aviñante, con espesor y explotabilidad que parecen aumentar al Oeste de la cuenca de Congosto. Aun no está determinado a cuál profundidad se cortarían en aquel sondeo los grupos Medio y Norte, mas, tomando como base la distancia de los grupos en Cubillo y Traspeña, tendríamos 650 metros de profundidad para el Grupo Medio y 1.200 metros para el Grupo Norte.

IV. Reservas

Un cálculo de existencias de carbón en el distrito carbonero del Carrión es difícil. Las excavaciones no alcanzan profundidad. Como consecuencia no son conocidos e investigados en todas partes los mismos grupos. También es desconocido *cuán lejos se prolonga hacia el Sur el Carbonífero bajo la cubierta cretácea*, en la cuenca de Congosto.

Es penoso de calcular, pero puede hacerse para la banda carbonífera que, con longitud de 30 kilómetros, aflora entre Guardo y Cervera. Si se supone que el espesor explotable de todas las capas, de los tres grupos, suman sólo 4,2 metros y que las capas, más o menos escarpadas, llegan a los 500 metros de profundidad y se admite el

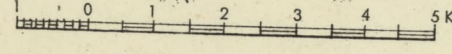
30 % como pérdida de explotación, tendremos un contenido de carbón de:

30.000 m. 500. 4,2. 0,7. 1,6=70,6 millones de toneladas.

De ellas sólo ha sido explotado un 5 %.

El contenido en carbón de la cuenca de Congosto, en Supracarbonífero hundido, con 200 a 700 metros de profundidad, es un múltiplo de lo calculado en la parte de la cuenca que aflora. El autor alemán lo estima en ¡cuatro a cinco mil millones de toneladas!

Bosquejo geológico de la Cuenca Hullera del río Carrión (Provincia de Palencia) por H. Quiring



| Medio e Infradevónico | | | Infracarbonífero y estéril | | | Supracarbonífero | | Infracretáceo | | Supracretáceo | |
|-----------------------|--|--|----------------------------|--|--|------------------|--|---------------|--|---------------|--|
| | | | | | | | | | | | |
| Terciario Cuaternario | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |



D.—LOS MONTES DE COBERTURA

Esta zona (Deckengebirge), estudiada en 1934 por KARRENBERG, es de edades permiana, triásica, cretácea, terciaria y cuaternaria. Las porfiritas de Ligüerzana y Verbios, que yacen entre Paleozoico y Trías, no está aún aclarado si deben atribuirse al «rotliegenden» permiano o a la «arenisca abigarrada» triásica, pero su discordancia es más marcada con el Paleozoico que con el Trías.

En la cuenca del Carrión faltan las rocas eruptivas permianas. Al Este de Cervera está el Carbonífero, antes plegado, cubierto en discordancia por Arenisca Abigarrada Media y no está aclarado si hay capas de la inferior.

La Arenisca Abigarrada Media consiste principalmente en bastas, de grano grueso y fácilmente descomponibles, capas rojas y blancas areniscas, con numerosos bancos de pudingas o cantos rodados, y arcillas violetas, verdes y rojas intercaladas. Estas areniscas muestran, a veces, estratificación cruzada y los cantos rodados, que llegan al grueso de una cabeza, son casi exclusivamente de cuarcita paleozoica, pues los de cuarzo filoniano quedan más atrás.

Como la del Eifel y tierra del Saar, la Arenisca Abigarrada Media del borde de la cuenca del Rubagón puede ar-

ticularse en dos tramos: uno inferior, rico en cantos rodados, y otro superior, pobre en ellos.

Los depósitos son tan semejantes a los del Rhein que, sin pensar, admítase una formación igual. La Arenisca Abigarrada Media es un arrastre fluvial que originalmente consistía en cantos rodados y gujarros cuarzosos, arenas con estratificación fluvial cruzada y limos flotados, que se consolidaron después en conglomerados, areniscas, pizarrillas y arcillas.

El sistema fluvial depositante comprendía casi toda la actual Europa media y occidental, así como el Norte de Africa. El núcleo infrayacente, arcaico y paleozoico, estaba completamente aplanado y profundamente atacado, por erosión atmosférica, entregando sólo al principio del tiempo de la Arenisca Abigarrada materiales rodados. Más tarde, cual en Alemania muestran los cantos rodados, los materiales fueron traídos de más lejos y también en la parte de España aquí estudiada los cantos rodados de dicho período triásico no pertenecen al terreno infrayacente ni han sido tomados en la vecindad.

No coincide el autor con KARRENBURG en que el límite Oeste de su hoya infratriásica pasase por Cervera de Pisuerga, pues entonces deberían los macizos calizos—preexistentes en el borde de la cubeta—de la Peña y Picos de Europa haber contribuido al Infratriás de Quintanaluengos y Rueda con cantos rodados calizos; estos cantos calizos faltan, sin embargo, en el conjunto de las areniscas abigarradas. Funda KARRENBURG sus límites de la cubeta en disminución de espesor, de Brañosera, 800 metros, a Rueda, 100 metros. Una de tal modo buscada disminución de espesor no existe, según QUIRING, estimándose el espesor de la arenisca abigarrada de Valdecebollas (cota 2.139) en 500 metros; en el Cotejón, al SE. de Brañosera (cota 1.529),

en 400 metros y junto a Rueda en 400 metros. Al Norte de Quintanaluengos y también al Oeste de Rueda, conserva este piso igual espesor, mientras que junto a Cervera parece acuñarse del todo o terminar en una zona de trastornos.

En atención a aquella facies de borde de hoya, en la Arenisca Abigarrada Media con cantos rodados, su falta sólo puede ser ocasionada, al Oeste de Cervera, por una nivelación o aplanamiento de aquella en el Trías medio.

En la época de la Caliza Conchífera, mientras se hundía la Cubeta Cantábrica del Trías medio, siendo invadida por el mar de este período y del Keuper, colocose la plataforma del Infratriás oblicuando débilmente al Este. La plataforma infratriásica, en la comarca del levantamiento, fué erosionada—al Oeste de la línea Cervera-Potes—durante largo período terrestre. Creo, por ello, cierta la afirmación de ORIOL, S. LOZANO y KARRENBURG haciendo terminar el Trías medio junto a Cervera, si bien el sondeo allí perforado da origen a dudas.

La Arenisca Abigarrada corre de Este a Oeste, entre Cervera y Bustillo de Santullán, con débiles curvas al Norte de Ligüerzana y Rueda. Su inclinación, con señalada discordancia sobre el Carbonífero, antes plegado, de 30 a 65° al Sur. Domina un rumbo NO. a SE. en la amplia y potente plataforma de que destacan las alturas del Sestil (2.063 metros de cota), Valdecebollas (2.139 metros de cota), Peña Rubia y Cocoto, donde llega a 500 metros de espesor. Esta gran plataforma, aparte bloques aislados, se inclina allí 10 a 50° al NE. En conjunto, la cubierta de Arenisca Abigarrada toma en la cuenca hullera del Rubagón, forma de «cúpula», rota al NO. por la erosión, cuyo lado Sur se inclina 35 a 70° en esa dirección; al Este se inclina 10 a 50° y al NE. es más llano. La presión o empuje de plegamiento ha actuado, pues, desde dirección Noreste.

En dos puntos se halla rota esta cúpula al Este de Brañosera: cerca de Valberzoso y Reinosilla, aflorando en ambos puntos el Carbonífero a manera de «horst», o pilar, limitado por saltos. Las alturas de Brañosera y Valberzoso están coronadas por Arenisca Abigarrada superior, en algunos puntos, y sólo junto a Reinosilla se conoce la Caliza Conchífera en esta cuenca.

Sobre la línea Cillamayor-Cervera sigue el Keuper al Bunter, inclinado al Sur. Este Triásico superior consta de margas, calizas, dolomías y destacados bancos de conchíferas, con yesos y sal. Los manantiales de Salinas brotan en este piso, que tiene aquí unos 180 a 190 metros de espesor.

A 1,5 kilómetros al SO. de Porquera de Santullán aflora, en una dislocación dirigida de SO. a NE. (salto de Porquera), una ofita en forma filoniana. Las erupciones ofíticas del Este de Asturias han tenido lugar en el Keuper. Los movimientos por distensiones eran acompañados por movimientos de bloques tectónicos y no ha habido entonces plegamiento en las cuencas del Rubagón y Carrión. En prolongación de los saltos de Porquera yacen las ofitas de Reinosa.

El Triás superior corre de Este a Oeste entre Cillamayor y Cervera con inclinación variable de 10 a 55° y buzamiento a veces Sur y otras Norte. Junto a Ligüerzana parece cubrir a la Arenisca Abigarrada, mientras junto a Salinas buza bajo ésta y debe allí extenderse una «capa de cobijadura», buzando al Norte. Más al Oeste va el Supratriásico sobre la gran dislocación de Cervera, que de NO. a SE. llega sólo a Vado Cervera y, en esta misma perturbación, parece terminar el Triás medio.

El fundamento de faltar la Arenisca Abigarrada en la cuenca del Carrión ya ha sido establecido y la misma base puede tomarse para la falta del Keuper. El hundimiento de

la Cubeta Cantábrica se prosiguió también en esta época; durante ella se reforzó la colocación oblicua, el levantamiento del principal bloque occidental, de modo que también los sedimentos del Keuper sufrieron un más acentuado aplanamiento.

Rocas del Jurásico, contra la opinión de los geólogos españoles, no han sido observadas por el autor en estas cuencas hulleras del Rubagón y Carrión. Afloran primero al Oeste de Aguilar de Campóo y como sedimentos marinos las rocas jurásicas están limitadas sobre la Cubeta Cantábrica. El mar jurásico no se extendió al Oeste de Salinas de Pisuerga.

Según S. LOZANO y KARRENBURG cubren el Carbonífero superior, entre Cervera y Cubillo, rocas wealdenses. Se han indicado ya la discordancia angular que con igual buzamiento SE. presentan Carbonífero y Mesozoico, junto a Vado Cervera, y otra más débil discordancia angular en el sondeo de la estación de Cervera. Las areniscas claras y rojas, supuestas del Weald, en que se intercalan arcillas grises, amarillentas y rojas, así como cantos rodados de cuarcita y cuarzo, se asemejan mucho a las capas abigarradas triásicas que pueden alcanzarse más al Oeste. En el plano 2 estos estratos dudosos y la serie acompañante de conglomerados calizos, margas y areniscas de Pisón de Castrejón, Villalveto y Viduerna han sido incluidos como wealdenses.

El Cretáceo superior—Cenomanense, Turonense, Senonense—se inclina, al Sur de Cervera, 10 a 30° hacia el SE. y cubre concordante al inferior. Sobre la línea Velilla de Tarilonte-Guardo, está el Supracretáceo cobijado por la serie carbonífera del Carrión y sus capas, bajo el Carbonífero, se inclinan de 30 a 40° al Norte.

Este cabalgamiento de Guardo está colocado en el

plegamiento pirenaico o postsantoniense con los pliegues articulados Guardo-Cervera y es verosímil que éste, acompañante meridional de la cuenca del Carrión, se extienda más al Este hasta Bustillo de Santullán y limite al Sur una parte de la cuenca del Rubagón.

Los guijarros fluviales observados junto a Ruesga, Cervera, Rueda y Salinas son erosiones del Pisuerga y el más alto escalón de terrazas sólo se eleva en Resoba, de la cota 1.160 a la 1.220 sobre el nivel del mar, es decir, 160 a 220 metros sobre el actual nivel del río. Al 2.º escalón pertenecen dos extensos llanos de gravas y cantos rodados, cerca de Ruesga y al Norte de Cervera, en las cotas 1.100 a 1.160 sobre el mar o de 100 a 160 metros sobre el río. Más abajo yace el escalón 3.º, al Este de Cervera y Rueda, cotas 1.035 a 1.080 y 980 a 1.017, o sea de 40 a 90 metros sobre el lecho del río. A un 4.º escalón pertenecen gravas y cantos rodados que se elevan sólo 5 a 10 metros sobre el lecho del río y bajo él destaca un zócalo mesozoico, al SE. de Cervera y Norte de Salinas y Pisuerga.

Los dos escalones más altos podrían colocarse, cual la terraza principal del Rhein, en época preglacial, entre Plioceno y Diluvial. Los escalones 3.º y 4.º equivaldrían a la más vieja y a la más joven terraza media del Rhein. No se ha observado presencia de «Loess» bien porque lo erosionara el levantamiento de las montañas Este-Asturianas, que excedió de 250 metros en el Cuaternario o, verosímilmente, por no haber alcanzado a España los vientos que lo formaron en el Este y Centro de Europa.

E.—CUADRO CRONOLÓGICO DE LOS FENÓMENOS PALEOGEOGRÁFICOS Y TECTÓNICOS

En oposición sabida con las representaciones esquemáticas de los movimientos orogénicos del Mediterráneo occidental, en que se han esmerado algunos geólogos, me he limitado a los hechos existentes, al tratar de Tectónica.

Los mapas desarrollados (en este trabajo) contienen numerosas singularidades tectónicas que para valorarse teóricamente deben ser precedidas por futura investigación. Son distintamente conocidos tres períodos de plegamiento: plegamiento Infracarbonífero submarino, plegamiento subaéreo en Arenisca Roja permiana y plegamiento articulado Paleogeno (post-santoniense o pirenaico). Además se han averiguado cuatro períodos de distensiones y fracturas que fueron acompañados por ascensión de magmas y movimientos locales de bloques tectónicos.

Que las cuencas hulleras—yacentes entonces en profundidad—desde el medio Trías hasta salida del Jurásico, pertenecieron al bloque oblicuo Oeste del Cantábrico en el borde de este mar, ha sido ya hecho resaltar por KARRENBERG. Asimismo indicó que el eje de giro del gran bloque corría algo encima de Cervera de Pisuerga y en

consecuencia cerca de esta villa se halla el límite entre dos diferentes distritos de sedimentación.

Diremos, a la ligera, que los montes de cobertura de la cuenca del Rubagón son de constitución esencialmente distinta que la de la cuenca del Carrión. La actual alta posición del Carbonífero, que antes yacía profundo en ambas cuencas, es el testimonio de los movimientos tectónicos infraterciarios.

Presiones tangenciales han puesto aquí en movimiento dos bloques oblicuos. El bloque de la Peña está volcado y ha recibido una posición más alta que el de Congosto, empujado hacia abajo; al mismo tiempo, el Paleozoico existente en su núcleo se ha hecho accesible a la erosión. Entre ambos bloques se presenta un pliegue articulado —el de Guardo, Cervera, Bustillo— que hoy forma el borde meridional de ambas cuencas hulleras.

En la figura 14 están colocadas las cuencas hulleras del Carrión y Rubagón frente a las continentales de Europa Occidental. La formación de capas en la cuenca del Rubagón se presenta poco semejante a las otras cuencas parálicas del Oeste de Europa y más relacionada con el Supracarbonífero ruso. Muy opuesta a éstas es la cuenca limnítica del Carrión, que podría considerarse como continuación al SO. de las cuencas del Saale, Saar y Saône.

| ESCALONES DE FORMACIONES | ASCENSION DE MAGMAS | MOVIMIENTOS TECTONICOS | PALEOGEOGRAFIA CUENCA DEL CARRION-CUENCA DEL RUBAGON |
|--|----------------------------------|--|--|
| Terciario antiguo. Senonense. Cenomanense y Turonense. Aptense y Albense. Wealdense. | | Plegamiento principal Postsantonienense empuje Norte a Sur. | Relleno parcial. Mar. |
| Jurásico. Keuper. Caliza conchifera. Arenisca abigarrada. | Ofitas y tobas | Tensiones y hendiduras. Colocación oblicua por curvatura. Cubeta cantábrica. Superposición de bloques en saltos de torsión. | Vasta llanura fluvial. Tierra. Mar. |
| Permiano. | Porfiritas. | Plegamiento subaéreo. Tensión y hendiduras. | Tierra. Vasta llanura fluvial. Completo aplanamiento. Tierra. |
| Carbonífero. Estepanense. D C B A Westfaliense. Namur. Dinantense. Superior. Medio. Inferior. | | Hundimiento hasta 2.000 metros en la cuenca del Carrión. Hundimiento hasta 3.500 m. en la cuenca del Rubagón y plegamiento arrítmico intracarbonífero. Empuje NE-SO. Tensiones y hendiduras. | Valles fluviales y lagos interiores con turberas Tierra. Mar. Tierra. |
| Devoniano. | Granitos y pórfidos Diabasas. | Plegamiento ante Culm. Empuje Norte a Sur. | Mar temporalmente rellenado. |

Fig. 13.—Cuadro cronológico de movimientos orogénicos y variaciones paleogeográficas en el distrito al E. de Asturias

Cuadro cronológico de fenómenos paleogeográficos y tectónicos.

| ARTICULACION MIEMBROS | | CUENCAS DE INVASION LIMNICAS | | | | CUENCAS DE INFLEXION PARALICAS | | | |
|-----------------------|---------------|------------------------------|--|---|---|----------------------------------|--|-----------------------|---|
| Arenisca roja. | Autun. | E. Asturias Carrión. | Interior de Francia. St. Etienne Saone | Saar. | E. de Asturias Rubagón. | Norte de Francia. | Bélgica. | Holanda. | Rehin Westfalia. |
| | Estefaniense. | Arifante. | Autun. | Lebach. Kussel. | Falta o hueco. | Falta. | Falta o vacío. | Falta. | Falta o hueco. |
| Carbonífero Superior. | D | Santibáñez. | Avaize. Campdauza. | Grupo. Carbonífero. Ortweiser. | Falta o hueco. | Falta. | Falta o vacío. | Falta. | Presburg. Ibbenburen. |
| | C | Requejada. | Epinae. Gu. Combe. | Conglomerado. Manera. | Caliza coral S.ª Coriza. Grupo sup. y medio de Barruelo. Caliza coralina. | Bruy. Marino. Horizonte. | Fleuu. Horizonte marino de | Jabcek. | Carbon de llama (Agir). |
| | B | Falta. | Rive Gier. | Grupo carboníferos de llama. Saarbrücken. | Caliza coralina. | de Rimb. Horizonte. | pt. Buisson. Charletoi superior. Horizonte marino. | Maurits. Hendrick. | Carbon de gas llama (Domina). Carbon de gas (Katherinal). |
| | A | Hueco. | Falta o vacío. | Superior carbonífero graso. Sulzbach. | de Herruetela. Capas inferiores S.ª Coriza. Caliza coralina. | de Poissonie. Arenisca de Fines. | Marino de Quaregon Charletoi inferior. | Wilhelmine. | Carbon graso Catarata |
| Carbonífero Inferior. | Namur. | Falta. | Falta. | Inferior carbonífero graso. Rotheil. | de San Cebrián. Estéril. Margas marinas. | de Poissonie. Arenisca de Fines. | Chatelet. Conglomerado de | Baarlo. Epen. Gulpen. | Carbon seco superior. (Sarnbank). Carbon seco inferior. |
| | Dinan-tiense. | Caliza carbonífera. | Falta. | Falta. | de Rabanal. Culm, Caliza | Flines. | Andenne. Andenne. Lontzen. Chokier. | Estéril. | |

Fig. 14.—Los sedimentos continentales de carbón de piedra en Europa occidental



F.—RESUMEN

El precedente juicio o crítica de la serie estratigráfica y de los movimientos orogénicos en las cuencas carboneras de los ríos Rubagón y Carrión se aparta sensiblemente de la interpretación anterior de los geólogos españoles PRADO, MALLADA, ORIOL, DUPUY DE LÔME y Novo.

Según la representación de aquellos geólogos y mineros, era la caliza, en masa, de la Sierra Coriza, Sosa y Verdiana, de edad infracarbonífera y colocada igual que la «caliza con foraminíferos» de la Peña. Por los hechos, pertenecen las nombradas calizas al tramo alto del Supracarbonífero. Allí donde según vista de los citados geólogos debería haber una «silla» bajo el saliente carbonífero hay efectivamente «cubetas» o pequeños sinclinales, bajo los cuales corren a través las capas de hulla y el cálculo de reservas podía, por ello, ser situado sobre base más segura.

Además han hecho posible mis investigaciones una exacta división en horizontes: las capas explotables de San Cebrián y San Felices pertenecen al Westfaliense B; el mayor número de capas de Barruelo y Orbó al Westfaliense C; las capas de Cervera y Guardo al Westfaliense D, y Estefaniense. De esta manera se ha conseguido, también, colocar la zona del Carbonífero del Norte de

España, relacionada por su posición estratigráfica con la «facies moscoviense», en los pisos Westfaliense B y C, ordenados así en la articulación europea occidental, de Heerlen.

Ulteriormente se ha deducido que el Carbonífero superior Este-asturiano no ha sido formado en un continuo ciclo de sedimentación sino más bien en dos cuencas, distintas según formación y tectónica, que ya en el Carbonífero superior estaban separadas por una barra elevada: el macizo devoniano-infracarbonífero de Cervera.

La cuenca de facies Norte (Rubagón) contiene más antiguas capas con carbones coquizables; es de formación «parállica», con numerosos bancos de «crinoides» y «corales» intercalados. La cuenca de facies Sur (Carrión), incluye más jóvenes capas con predominio de carbones secos; es de formación «límnic» y no ha sufrido ninguna invasión marina. Esta serie del Carrión ciérrase estrechamente, por facies y época de formación, en el Carbonífero superior límnic de las cuencas hulleras del Centro y Oeste de Europa que yacen en el foso Saone, Saar y Saale.

Nota del traductor

Cuantas afirmaciones y juicios originales quedan consignados, en páginas anteriores, son del exclusivo mérito y responsabilidad del muy notable autor alemán, incluso título algo confuso.

Hemos llevado a cabo una versión, no siempre literal, en que intentamos interpretar fielmente el espíritu exacto de las frases y giros germanos. A ello nos movieron las razones siguientes, que creemos hacen interesante el folleto alemán:

Originales ideas estratigráficas y tectónicas en él conte-

nidas. Importancia enorme que para España encierra la investigación de cuencas hulleras nuevas o extensión de las conocidas, especialmente de fáciles transportes. Haber yo trabajado, hace años, como minero de hulla en el NE. palentino y haber recientemente iniciado trabajos, con mi distinguido compañero A. H. SAMPELAYO, para reanudar el estudio de las cuencas hulleras que se extienden de La Robla a Orbó.

Para época más adelantada de nuestro trabajo, dejamos el formular juicio propio sobre las conclusiones, a veces brillantes y muy audaces, que H. QUIRING consigna acerca de tan interesantes zonas hulleras.

BIBLIOGRAFÍA

- BARROIS (Ch.).—«Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galicie».—Lille, 1882.
- DAHMER.—«Zwei Spiriferen aus dem Paleozoikum Nordspaniens».—Z. deutsche Geol. Gesell. S. 268. Berlín, 1937.
- DANNENBERG.—«Geologie der Steinkohlenlager».—Berlín, 1915-1935.
- DELÉPINE.—«Sur les faunes marines du Carbonifère des Asturies».—Comp. Rend. Acad. Sc., 187, p. 507. 1928.
- DUPUY, Novo.—«Estudio para investigación del Carbonífero oculto bajo el Secundario de Palencia y Santander».—Boletín Inst. Geol., t. 45. Madrid, 1924.
- FUCHSINGER (F.).—«Memoria estratigráfica cuenca carbonífera del Rubagón».—Actas Administ. Minas Barruelo. Madrid, 1920.
- GALLOWAY.—«A manual of foraminifera».—The Principia Press. Inc. Bloomington, Ind., p. 157. 1933.
- KARRENBERG (H.).—«Die postvariscische Entwicklung des Kantabro-Asturischen Gebirges». — Abh. Ges. Wissensch. Göttingen, Math-Phys. Kl. 3. F. H. 11. Berlín, 1934.

- LOZANO (R. SÁNCHEZ).—«Datos geológico-mineros cuenca carb. Guardo.»—Bol. Com. Mapa Geol. 28, S. 105. 1906.
- LOZANO (R. SÁNCHEZ).—«Sondeo cuenca Guardo.»—Boletín Com. Mapa Geol., 33. 1912.
- LUTUGIN.—«Matériaux pour servir a l'étude du Carbonifère dans les différentes régions de l'U. R. S. S.»—Congrès Stratigr. carbonifère. Heerlen, 1927.
- MALLADA (L.).—«Explicación Mapa Geológico de España» (sistemas Devoniano y Carbonífero).—T. 3. Madrid, 1898.
- MALLADA (L.).—«Notas cuenca Valderrueda y Guardo.»—Boletín Com Mapa Geol. Madrid, 1892.
- ORIOI (R.).—«Descripción geológica-industrial cuenca huillera río Carrión.»—Bol. Com. Mapa Geol. Madrid, 1876.
- QUIRING (H.).—«Beiträge zur Geologie des Siegerlandes. IV. Das Präsideritische Faltengitter, etc.»—Jahrb. preuss. geol. L. A. f. 1925. 46. S. 396. Berlin, 1926.
- QUIRING (H.).—«Grundzüge der Geologie des Sahrkohlenbeckens.»—Abh. preuss. geol. L. A.; N. F. 171. Berlin, 1936.
- SCHMIDT (H.).—«Tierische Leitfossilien des Karbons.»—Lif. 6 v. Gürisch: Leitfossilien Bornträger. Berlin, 1929.
- WEISSERMEL.—«Zwei Korallen aus dem Karbon Nordspaniens.»—Zeitsch. Deutsch. Geol. Gesell, 87, S. 274. Berlin, 1935.
- ZEILLER (R.).—«Note sur la Flora huillère des Asturies.»—Mem. Soc. geol. du Nord, 1, 3, S. 22. 1882.

INFLUENCIA DEL YESO
EN LA
FLOTACIÓN DE LOS SULFUROS
DE
PLOMO Y DE ZINC
ELIMINACIÓN DE DICHA INFLUENCIA

TESIS DOCTORAL

POR

MARÍA DOMÍNGUEZ ASTUDILLO

INTRODUCCION

Orientada por el Profesor D. Emilio Jimeno Gil, actual Catedrático de Química Inorgánica de la Universidad Central y ex-Rector de la Universidad de Barcelona, comencé desde hace algún tiempo el estudio sobre la FLOTACIÓN DE MINERALES.

La conferencia dada por el Dr. Jimeno en la Universidad de Barcelona sobre «Metales no ferrosos y su futuro desarrollo en España» (mayo, 1940), abrió amplios horizontes en el campo de la investigación nacional, la cual debe estar inspirada, no sólo en los más altos afanes científicos, sino también en el noble deseo de poner a España en condiciones de utilizar las reservas de minerales metálicos y no metálicos que nuestro subsuelo encierra.

Una amplia coordinación entre el trabajo de laboratorio, basado en fundamentos científicos y los procesos de fabricación, llevarán a España por derroteros nuevos, ya que su situación minera no puede ser más favorable.

Entre los distintos problemas que esbozó en dicha conferencia, fué uno de ellos el de la *Concentración de Metales Metálicos* antes de beneficiarlos, con el fin de aprovechar los de ley más baja, exponiendo en síntesis el *Método de flotación* y su importancia para España.

Dadas las riquezas que España posee en minerales sulfurados complejos de ley pobre, íntimamente mezclados entre sí e imposible separar por gravedad, el problema de flotación es de una importancia capital.

Sierras enteras como la de Cartagena, de más de 30 kilómetros de longitud, no tendrán un resurgir minero, hasta que no se instalen en ellas amplios *Lavaderos de flotación*.

La región minera de Reocín (Santander) debe su florecimiento a la feliz idea de los Ingenieros de la Real Compañía Asturiana de Minas (Sociedad Anónima Belga) que al ver agotadas sus calaminas, se dedicaron con intensidad al estudio del aprovechamiento de los sulfuros por el método de *flotación*, teniendo una amplia historia en la instalación de sus lavaderos, hasta llegar hoy a poseer uno de los mejores de Europa que trabaja en flotación, con 1.300 toneladas métricas diarias de mineral.

Es nuestro objeto en el presente trabajo, después de dar unas ideas generales sobre flotación, teorías, métodos y reactivos de flotación y exponer en síntesis el estado de la flotación de minerales sulfurados en España, haciendo una reseña de sus principales lavaderos, estudiar: *La acción de las sales solubles en la flotación de los sulfuros* y específicamente

LA INFLUENCIA DEL YESO EN LA FLOTACIÓN DE LOS SULFUROS DE PLOMO Y DE ZINC, PROPONIENDO MEDIOS PARA LA ELIMINACIÓN DE DICHA INFLUENCIA.

I.—CONCEPTOS TEÓRICOS

La flotación es un procedimiento de concentración de menas en agua, en el cual los minerales se separan, flotando en una espuma, de la ganga que queda en el fondo de la pulpa.

Como es un efecto de la tensión superficial (5), el método solamente es eficaz para partículas pequeñas. En los sulfuros de metales pesados se toma, como límite técnico del tamaño de las partículas, las cifras de 0,5 a 0,3 milímetros.

Pueden concentrarse por flotación todas las menas de minerales (7) de brillo metálico o resinoso, como son las menas de galena, blenda y pirita, en general todas las de los sulfuros metálicos; flotan con mucha dificultad los minerales de brillo vítreo o aspecto terroso, pero también se pueden separar la baritina de la sílice, las fosforitas de sus gangas, etcétera.

Los minerales según flotación se clasifican (2):

- a) Metales nativos (Au, Ag, etc.).
- b) Minerales sulfurados (blenda, galena, etc.).
- c) Minerales oxidados (fosforitas, baritina, etc.).
- d) Minerales polares (fluorita, silvina, etc.).
- e) Minerales no polares (carbón, petróleo, etc.).

Nunca se logrará (5) que floten las sustancias en el seno del agua limpia; de aquí la necesidad de añadir reactivos químicos que contengan hidrocarburos.

El método está fundado (6) en la tendencia de ciertos aceites y otros productos hidrocarbureados, que rechazando el agua tienden a adherirse fácilmente a las superficies de las menas metálicas, y difícilmente a los productos silícicos que forman las gangas.

Como las moléculas (5) son libres para moverse en el seno del líquido, éste tenderá siempre a cubrirse en la superficie, con las moléculas del constituyente que da la menor energía libre de superficie. La concentración difiere, pues, de la superficie al seno del líquido, porque en general las moléculas del agua se atraen unas a otras con una fuerza mayor que las moléculas de esas sustancias orgánicas; por consiguiente, éstas son empujadas hacia fuera, necesitándose algún tiempo para que dichas superficies queden constituidas.

A) Clases de flotación

La flotación es *simple*, cuando permite separar solamente los minerales de su ganga, y es *selectiva* cuando permite, como por ejemplo, separar los distintos sulfuros en un mineral complejo. En general, se llama selectiva o diferencial a toda flotación en la cual existen varios minerales que tienen aptitud para flotar, en oposición a la separación de un mineral de su ganga que es la llamada flotación simple. En este caso existen diferencias esenciales en las propiedades superficiales, mientras que en la *flotación selectiva* estas propiedades no aparecen, sino en el curso del tratamiento. En la flotación selectiva los minerales

son flotados, unos después de otros, y la ganga queda siempre en la pulpa.

Se retira por flotación, primero el sulfuro que flote mejor, por ejemplo, la galena en un mineral de Pb-Zn-Fe; la calcopirita en un mineral de Cu-Fe.

La flotabilidad de los minerales tiene un valor relativo; así tenemos las siguientes cifras, que indican una mayor o menor flotabilidad de las sustancias siguientes (2):

| | |
|------------------------|-------|
| Cuarcita | 5,7 |
| Cuarzo | 10,7 |
| Mica | 12,7 |
| Calcita | 18,5 |
| Kaolín | 60,7 |
| Pirita de hierro | 62 |
| Calcopirita | 66 |
| Cobre gris | 70,85 |
| Bornita | 85 |
| Blenda | 87-62 |
| Galena | 92 |
| Calcosina | 93 |

B) Teorías sobre la flotación

Complicadísimo y en extremo complejo, resulta el estudio teórico de la flotación, pudiendo decirse que no existe problema de Físico-Química que no tenga su representación en esta *Química de Superficie*, estando la mayor parte de ellos estudiados empíricamente, dando amplio margen al campo de la investigación científica.

Tres son las teorías que se han sustentado (5):

Teoría electrostática.

Teoría del ángulo de contacto, y

Teoría de la adsorción.

Si la Físico-Química con todas sus ramas y la Minerología juegan un papel importantísimo en flotación, sería

un gran error querer explicar todos los fenómenos por sólo una de ellas. Las variables son numerosas y sólo los espíritus críticos más profundos, haciendo uso de sus conocimientos científicos, pueden tener en cuenta los diversos factores para llegar a un resultado positivo y poderse explicar los fenómenos observados.

No pretendemos, pues, hacer un estudio especial sobre estas teorías, sino seguir su contenido como preparación científica a nuestro trabajo, de una manera sintética y sencilla.

Sí hacemos constar, como notas sacadas de este estudio, que el grado de aptitud, al mojado, encuentra su expresión más clara en la medida del ángulo de contacto. Cuanto mayor es el ángulo de contacto (22) (1) mejor es la flotabilidad del material, y a la inversa, a menor ángulo de contacto mayor es la tendencia a sumergirse. Ningún material cuyo ángulo de contacto sea 0° , es decir, que sea completamente mojado, puede flotar por la acción de la tensión superficial.

Las partículas pequeñas, flotarán con ángulos de contacto pequeños; así, para poder separar substancias por flotación, el ángulo de contacto de una de ellas debe ser 0° . Lo cual significa que dicha substancia debe ser completamente mojada, por lo cual se sumergirá. Materiales que tienen un ángulo de contacto pequeño y un peso específico grande, deben someterse a una molienda fina, a fin de que puedan flotar.

En las distintas obras de flotación, se encuentran numerosas tablas que relacionan los valores del ángulo de contacto, peso específico y capacidad de flotación.

Mac Lacklan (21) ha ensayado a determinar una relación entre la flotabilidad de los minerales y la estructura de su red cristalina, en relación con la mojabilidad, y ha

concluido que todos los materiales con red de ion bien caracterizado, son fácilmente mojados por el agua, en la medida en donde las redes cristalinas contienen oxígeno. Siendo la afinidad por el oxígeno la que favorece la adsorción de este líquido, volviendo las materias hidrófilas. Por el contrario, las redes cristalinas de metales pesados, que no contienen más que átomos y sobre todo iones de Me y de S, tienen poca afinidad por el agua y son hidrófobas. Si se les oxida superficialmente o si se les hace adsorber materias hidrófilas, pueden ser fácilmente mojadas por el agua.

C) Reactivos de flotación

1) Colectores

Son estos agentes (1) (2) (5) substancias oleaginosas que en bloque son inmiscibles con el agua, pero mezclados en la cantidad que es usual en flotación (de 1 : 4.000 a 1 : 8.000) todas se disuelven en alguna proporción. Aplicándose en alta concentración, mostrarían tendencia a mojar, es decir, a esparcirse sobre los materiales que van a flotar y no desplazarían el agua de la superficie, siendo, por tanto, sumergidos.

La cantidad de agentes colectores que debe ser adsorbida en orden a efectuar una recuperación satisfactoria de los materiales, es la que se necesita para la formación de una película monomolecular o menos.

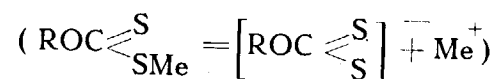
Dentro del agua, estas substancias muestran preferencia a ser adsorbidas por los materiales más flotables.

Todos los agentes colectores que sirven para dar al material una superficie grasienta, son substancias orgánicas que contienen uno o más grupos alifáticos



Cuanto más extenso es este grupo, más favorecida se encuentra la flotación, porque el ángulo de contacto crece con la longitud de la molécula adsorbida.

Los cristales y las sustancias aparentemente amorfas de naturaleza cristalina, tienen fuerzas atractivas libres y los Xantatos o los Aerofloat



se fijan sobre los cristales orientándose polarizadamente. El grupo S se combina con la sustancia que va a ir a flote, los grupos alifáticos se dirigen hacia fuera y la costra muestra una naturaleza repulsiva al agua, proporcionando a las superficies metálicas, una especie de pintura a la que se adhieren los gases.

2) Reactivos espumantes

Los agentes espumantes, tienen como propiedad la formación de espuma, provocando la retención de las burbujas que permanecen en la superficie del agua, permitiendo con ello que el mineral, una vez que haya ascendido, siga flotando.

El área de la superficie plana requerida para que flote una tonelada de mineral, tendría una magnitud imposible de obtener de otro modo, que produciendo en el interior del líquido una espuma de burbujas. Estas burbujas flotan en lo alto, donde el mineral se acumula en una nata que es arrastrado hacia fuera.

Estos reactivos espumantes, son compuestos orgánicos

que constan de un grupo que repele al agua y de otro grupo ávido de ella.

En las burbujas, el hidroxilo ($-OH$), el carbonil ($-COOH$), la amina (NH_2), etcétera, se colocan con preferencia del lado del agua y el grupo hidrocarburo que repele al agua será dirigido hacia fuera de ella. Las películas de esta naturaleza, pueden tener suficiente estabilidad para llevar partículas sólidas a la superficie; de este modo las partículas de mineral actúan, a su vez, en alguna proporción, como agentes estabilizadores de la espuma, y la superficie de la burbuja no se contraerá mientras haya partículas de polvo sobre ella, dando lugar a la extracción del material del seno del líquido.

Las mejores sustancias para producir espuma son los jabones, pero son inútiles para la flotación de minerales, porque rebajan demasiado la tensión superficial, que llega a ser de 0,013 gm/cm. menor que la del agua pura que es de 0,0722. Una condición de gran utilidad en el agente espumante es que no rebaje demasiado la tensión superficial del agua. Siendo el fenol y los ácidos cresólicos los que mejor reúnen esta condición.

3) Agentes activadores

Estos reactivos tienen acción química y modifican, por lo tanto, la superficie de los minerales. El sulfato de cobre es un activador para la blenda, previamente deprimida.

Los activadores son sustancias polares, que forman con los iones del mineral una combinación poco soluble, bien por acción química o bien por adsorción (obrando solamente sobre la película superficial). En uno y otro caso, la película hidrófila que envolvía la superficie del

mineral deprimido pierde su acción y el mineral se vuelve flotable.

La razón de la activación de la blenda por el sulfato de cobre, resulta de la ecuación siguiente:



Este sulfuro de cobre, depositado sobre la superficie de la blenda (simple película monomolecular) es suficiente para conseguir su flotación, pues es sabido que este sulfuro de cobre es una de las sustancias que mejor flotan.

Tüker y Hear, así como Gaudin y Heas, dicen haber observado al microscopio, sobre una blenda activada por sulfato de cobre, una película de sulfuro de cobre, y aunque Taggart, Ince y otros no han podido confirmar la existencia de esa película, de una manera cierta se ha determinado que las variaciones de conductividad eléctrica de una blenda tratada por iones cobre, son mucho mayores que las obtenidas con una blenda pura.

En general, un sulfuro de metal pesado, puede ser activado por los cationes que le preceden en la serie de tensiones y cuyos sulfuros son menos solubles que él.

Cada activador tiene su colector correspondiente, pues si la superficie del mineral se vuelve hidrófila por el deprimente, es preciso que el activador la deje en condiciones de que pueda adsorber al colector.

4) Reactivos depresores

Estos reactivos sirven para impedir, temporal o permanentemente, la flotación de los materiales que se desea que se sumerjan. El depresor más corriente para el sulfuro de zinc es el cianuro sódico. El ion cianógeno forma con

el ion zinc el $\text{Zn}(\text{CN})_2$ insoluble e hidrófilo, fácilmente mojable.

Por la toxicidad de los cianuros, se han propuesto también como deprimentes para los minerales sulfurados ciertos sulfuros, sulfitos y otros compuestos de azufre, pero ninguno de ellos reemplaza satisfactoriamente al cianuro.

Son depresores los álcalis, como lo es la cal para la pirita y lo son para los minerales sulfurados, en presencia de hidróxido alcalino o alcalino-térreo, los halógenos (Cl, Br y I, etc.) como lo son también para la blenda los productos arsenicales y tantos otros.

Entre los reactivos depresores para las gangas figura en primer término el silicato sódico, llamado vidrio soluble.

5) Reactivos reforzadores

Existen otros reactivos llamados reforzadores, que obran sobre la superficie polar de los minerales para adaptarlos a la adsorción, siendo en realidad activadores especiales.

6) Reguladores del pH

Son en flotación de una importancia extraordinaria, pues en razón de la gran influencia que los iones libres ejercen en todas las reacciones químicas, es preciso vigilar el pH en todas las pulpas de flotación. Sobre todo la flotación de los minerales sulfurados depende completamente del pH, como hemos podido observar personalmente.

Las razones que influyen el pH, en flotación, son muy diversas. Una reacción entre reactivos y minerales puede cambiar completamente la acción del reactivo en la superficie del mineral.

Las reacciones entre las sales que el agua puede contener y la pulpa de flotación pueden hacer variar el pH, del mismo modo que la solubilidad de los minerales y de sus productos de descomposición pueden ocasionarle diferentes valores. En todos estos casos la acción superficial y la adsorción pueden ser extraordinariamente modificadas.

D) Métodos

Los técnicos disponen de tres métodos para hacer que los minerales floten en la superficie.

1.º FLOTACIÓN POR PRESIÓN.—El aire está disuelto en el agua y la presión es disminuida.

2.º FLOTACIÓN POR VACÍO.—El agua, saturada con aire a la presión ordinaria, es tratada por el vacío.

3.º FLOTACIÓN NEUMÁTICA.—El aire, finamente dividido, es inyectado a través de la pulpa agitada.

E) El microscopio en flotación

Las observaciones y determinaciones microscópicas son (1) (20) de una necesidad absoluta antes de emprender los estudios de un determinado mineral, pues los granos más gruesos que se pueden hacer flotar son del orden de magnitud de 1/4 de mm. y, con mucha frecuencia, es necesario llegar a una molienda mucho más fina para conseguir la liberación de las partículas de distinta naturaleza.

El grado de molienda debería, pues, ser controlado por el examen microscópico, del que podrán sacarse datos utilísimos para la elección del método de tratamiento más conveniente.

El examen microscópico de un mineral, aunque costoso, supera en rendimiento y puede producir economías considerables.

No solamente puede llegar a predecir el procedimiento de flotación más favorable, sino que puede servir para controlar las impurezas de los concentrados, así como para revelar si hay asociaciones preferentes en algunos minerales.

El Profesor Gaudin, de la Universidad de Montana, hace notar que, en la Escuela de Minas de Butten (Estados Unidos), el examen microscópico de muestras tomadas durante el curso de la flotación, trabajando con microscopio binocular Spencer y con un aumento de 50 a 100 diámetros, para lo cual no se requiere de tiempo más que dos minutos, ha proporcionado grandes ventajas.

Es indudable que en instalaciones industriales de alguna importancia serían sumamente útiles los ensayos microscópicos rápidos para poder intervenir en el tratamiento en un momento dado y tal vez conseguir el mejoramiento del mismo.

F) Lavaderos de flotación diferencial en España para minerales sulfurados

En España, realmente, no existen más que tres lavaderos de flotación diferencial para minerales sulfurados.

1.º LAVADERO DE FLOTACIÓN DE TORRES (Reocín, Santander).—Pertenece a la Real Compañía Asturiana de Minas, para Pb-Zn-Fe.

2.º LAVADERO GORGUEL (Sierra de Cartagena, minas del Concilio y Regente).—Sociedad Minero Metalúrgica. Zapata-Portman, para Pb-Zn.

3.º LAVADERO DE RIOTINTO (Huelva).—Pertenece a la Compañía Inglesa de Minas de Riotinto, para Cu-Fe.

4.º PEQUEÑOS LAVADEROS PARA CONCENTRACIÓN DE ORO Y PLATA, en Tharsis, Riotinto y en la provincia de Huesca.

Y, por último, alguna instalación de la Compañía Peñaroya para el aprovechamiento y concentración de los residuos de sus minas.

1) Lavadero de flotación diferencial de Torres
(Reocín, Torrelavega. Santander)

Agotadas las calaminas de esta región, las cuales se encontraban a cielo abierto por el afloramiento de la metalización al través del tiempo y por efecto de las aguas meteóricas que por oxidación dieron lugar a los carbonatos de zinc, plomo y óxido de hierro, se pensó en profundizar el subsuelo e investigar, por medio de sondeos, la existencia del filón.

Desde tiempo de los cartagineses y romanos, data la explotación de esta montera, que abarca unos cinco kilómetros de Este a Oeste, y en algunos sitios su altura era de 1.800 metros, pero especialmente desde el 1853 se trabajó en ella en tal forma que llegó a extremada pobreza, siendo entonces cuando se determinaron a profundizar el subsuelo. El resultado de dichos sondeos, permitió cubicar grandes cantidades de mineral bruto, compuesto de sulfuros de Zn, Pb y Fe, con ganga principalmente dolomítica y con leyes:

| | |
|---------|----------------|
| Zn..... | del 10 al 15 % |
| Pb..... | del 1 al 3 » |
| Fe..... | del 10 al 18 » |

Debido a esta composición y a la mezcla íntima en que

se encontraban los sulfuros, era imposible la separación por gravedad y en vista de ello, con estudios y viajes a Norteamérica, donde existen los mejores lavaderos de flotación del mundo, se lograron hacer los primeros ensayos en 1919 y se construyó en esta zona un pequeño lavadero para 60 toneladas en 24 horas.

En 1922 se hicieron los planos de otro lavadero para 200 toneladas en 24 horas y en el año 1926 se puso en marcha.

Cubicada por sondeos aquella zona y asegurado el filón a varias generaciones, el Lavadero de Torres, para 200 toneladas en 24 horas, era insuficiente y siguiendo en esta escala se llegó a construir el magnífico lavadero actual, que trabaja con 1.300 toneladas diarias de mineral en 24 horas, habiendo sido por su historia el primero de España y ocupando el primer lugar de Europa, pues solamente otro de Yugoslavia y uno alemán desenvuelven la flotación para minerales sulfurados en la escala que el de Torres.

Es notable y propio de este Lavadero los distintos relevados de blenda, especialmente uno de ellos en medio ácido, volviéndola a flotar con pequeñas cantidades de espumantes, con lo cual consiguen elevar la ley del 51 a más del 62 %, limpiándola a la vez de la cal y magnesia que la desvalorizan.

El actual Lavadero de Torres flota galena, blenda y pirita, poseyendo dos máquinas de catorce celdas cada una para la blenda, otra de catorce para la galena y otra a su vez, también de catorce, para la pirita.

En esencia, la distribución de los lavaderos de flotación es sumamente parecida, variando la capacidad, tipo de máquinas, modificaciones locales, etc., etc., por lo cual damos solamente una reseña del Lavadero Gorguel, de la

Sierra de Cartagena, para seguir en él la marcha de la flotación y el cual visitamos en diciembre de 1940, reseñando solamente la fórmula del Lavadero de Torres.

| <u>CIRCUITO DE GALENA</u> | <u>CIRCUITO DE BLENDA</u> |
|---------------------------|---------------------------|
| Carbonato sódico | Sulfato de cobre |
| Aerofloat núm. 25 | Xantato sódico |
| Aceite de pino | Aceite de pino, y |
| | Aceite de napta |

Siendo de notar que la blenda es muy dura de flotar, necesitando grandes cantidades de colectores.

En los momentos actuales tienen en estudio otra nueva fórmula con cianuro y que aplicarán dentro de poco por la escasez del Aerofloat.

Aunque el mismo Lavadero de Torres posee Laboratorio para controlar de cerca la marcha de la flotación, en el de Reocín es donde se hacen los verdaderos ensayos de flotación y donde están instalados, en pequeño, los aparatos.

En este Laboratorio se realizan con escurpulosidad los análisis de los concentrados, no sólo del mineral de esta zona, sino también de otros muchos minerales españoles, con los cuales se han hecho, y actualmente se están haciendo, ensayos de concentración.

Durante mi estancia en aquel Laboratorio se han estudiado minerales de Vizcaya, ricos en Ni y Cr; actualmente se están haciendo ensayos sobre fluoritas catalanas, cuyos excelentes resultados han dado lugar al proyecto de un nuevo lavadero de flotación en la provincia de Gerona, que se instalará muy en breve.

Con el consejo del Dr. Jimeno, y con la autorización del Ingeniero Director de la Empresa Minera en Reocín,

he realizado parte de mis trabajos experimentales sobre flotación en los laboratorios de aquellas minas. Estos laboratorios se encuentran a dos kilómetros del Lavadero de Torres y a unos tres o cuatro de Torrelavega.

La Real Compañía Asturiana de Minas, tiene actualmente otro pequeño lavadero de flotación para Pb-Zn-Fe, en Arditurri (Guipúzcoa), y hace unos años desmontó otro que tenía cerca de Comillas.

2) Lavadero Gorguel de flotación diferencial (Sierra de Cartagena, minas del Concilio y Regente)

Se halla este Lavadero en el lugar llamado Gorguel, de la Sierra de Cartagena, en la carretera que va de Portman a Escombreras, a unos cinco kilómetros de dicho pueblo y a unos 14 de Cartagena.

Pertenece a la Sociedad Minero-Metalúrgica de Zapata-Portman y trabaja con los minerales complejos pobres, procedentes de las minas del Concilio y Regente, extrayéndose el mineral por el pozo de esta última.

Funciona desde mayo de 1940 y es el único de esta clase en aquella zona minera, donde el gran número de propietarios y la consiguiente dispersión de capitales hace que no existan otras instalaciones modernas.

Las leyes medias del mineral bruto son:

| | |
|---------|-------|
| Pb..... | 5,5 ‰ |
| Zn..... | 7,8 » |
| Fe..... | 12 » |

El tonelaje medio que tratan es de 124 toneladas métricas en 24 horas, pero la capacidad de los aparatos es mucho mayor y varía para las moliendas gruesa y fina.

Han aprovechado el desnivel del terreno para la instalación de la fábrica y las naves están colocadas en el siguiente orden:

Almacén de reactivos y contiguo a él el Laboratorio.
Aparatos de molienda primaria o gruesa y secundaria.
Tolva de 125 m.³ de cabida.
Molienda fina.
Flotación.
Compresor y espesadores del concentrado.
Filtros Oliver.

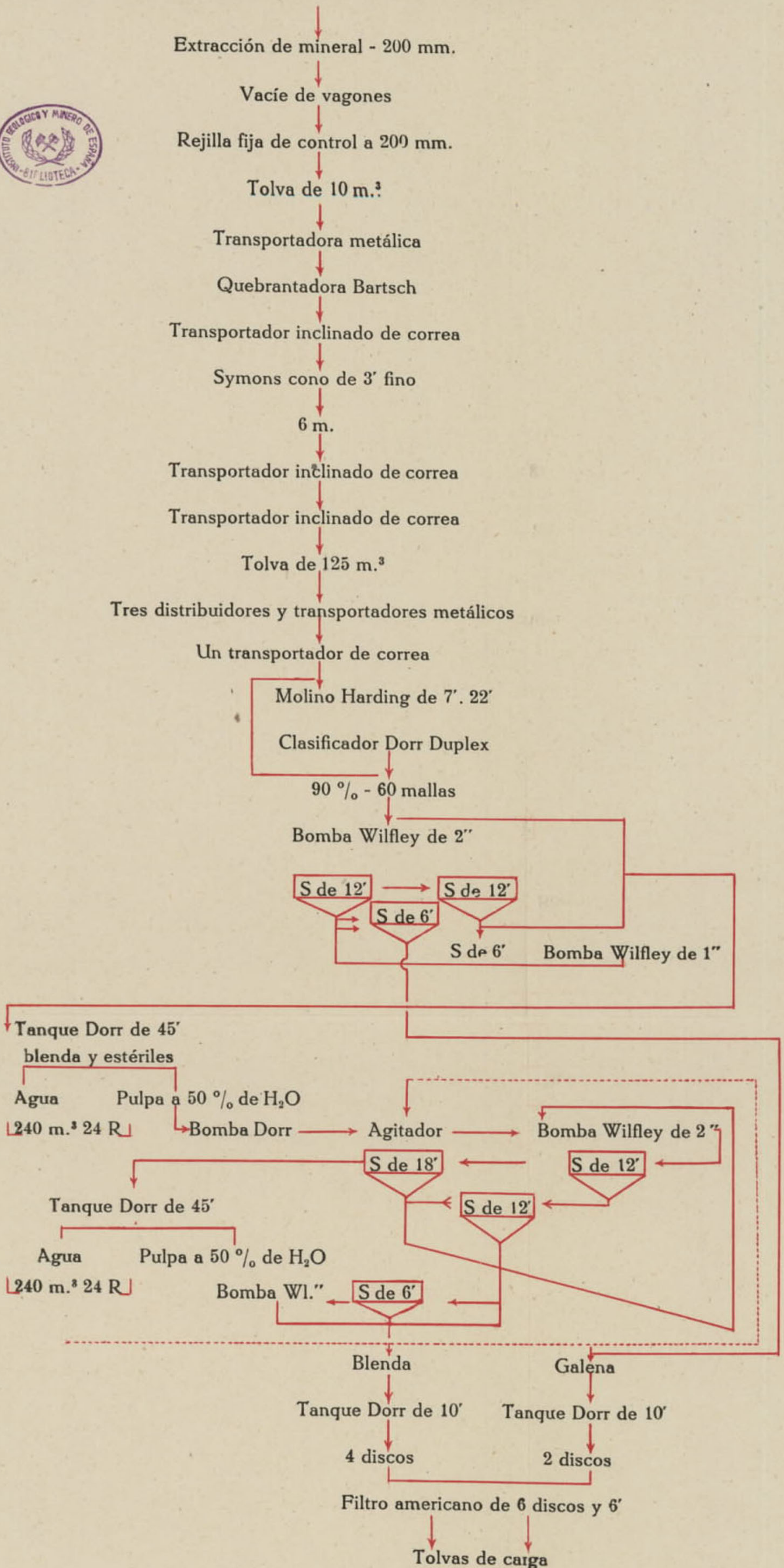
Lateralmente, a uno y otro lado del edificio, están situados los espesadores Dorr.

Nos trasladamos a la boca de la mina, para ver sacar el mineral y seguirle en todas sus operaciones.

Se encuentra en bolsas y sale con un tamaño de unos 200 milímetros, y las vagonetas los basculan en una rejilla fija de control de estas dimensiones. Los trozos que quedan sobre ella son partidos, con un mazo, por el mismo obrero que efectúa la descarga. Esta criba está colocada sobre una tolva de 10 metros cúbicos, que suple las irregularidades de la extracción. De esta tolva un transportador metálico, de velocidad graduable, lleva el mineral a una quebrantadora tipo Bastsch, que lo reduce al tamaño de 80 milímetros, y es conducido, por medio de dos cintas transportadoras, inclinadas para salvar el fuerte desnivel del terreno, a un molino de conos Simouns de 3', de producción de 20 toneladas-hora, el cual lo reduce a trozos de seis milímetros, y de éste pasa a la tolva almacenadora de 125 metros cúbicos de capacidad. Para regular la alimentación de la molienda fina, la antedicha tolva descarga sobre dos transportadores metálicos que, a su vez, lo hacen

Esquen

Esquema general del Lavadero de flotación Gorguel



sobre otra cinta de caucho, que sirve para alimentar el molino de bolas Harding.

El molino de bolas trabaja en circuito con un clasificador Dorr-Duplex, y tritura el mineral de modo que el 90 % pase por un tamiz de 50 mallas.

LA FLOTACIÓN EN EL LAVADERO GORGUEL.—La pulpa, que lleva una dilución de uno de mineral por tres de agua, con un pH regulado entre 8 y 9, es elevada por una bomba Wilfley de dos pulgadas de diámetro, e inyectada en las celdas de flotación tipo Sonthwestern. El número total de ellas es de ocho, dividido en dos grupos de a cuatro, uno para el circuito de galena y otro para el de blenda.

Circuito de galena.—El método seguido en este Lavadero, como es corriente, consiste en flotar primero la galena. El mineral entra en este circuito, donde se le agrega el agente colector, xantato sódico, que fabrican en el mismo Lavadero.

La blenda la deprimen con cianuro sódico y como espumante emplean ácido cresílico. Las cantidades de reactivos, por tonelada que tratan, son las siguientes:

| | |
|---------------------------|----------|
| Carbonato sódico | 3,2 kgs. |
| Cianuro sódico | 85 grs. |
| Sulfato de zinc | 0 » |
| Xantato sódico | 93 » |
| Acido cresílico | 70 » |

La pulpa entra en una primera celda desbastadora, donde se le agregan los reactivos. Estas celdas, modelo Somtnwestern, son de las más modernas, notables por su sencillez y pequeño coste de establecimiento y reparaciones, así como por su escaso consumo de energía. Funcionan exclusivamente por aire comprimido.

Consisten en una caja prismática de madera, dentro de la cual existen dos series de tabiques, suspendidos por abrazaderas del tubo de acceso del aire comprimido. Las más próximas al centro llegan hasta unos 20 centímetros del fondo, y sobre el canal vertical, formado por ellas, hay dos trozos de madera dispuestos en ángulo, que tienen por misión girar la pulpa. La otra serie de tabiques está más separada que la anterior, que queda dentro de ella. Su altura sobre el fondo es de unos 35 centímetros, y llegan por arriba a un nivel bastante más alto que el vertedero de la celda.

El conjunto forma un laberinto vertical, en el centro del cual desembocan una serie de tubos que introducen el aire comprimido a la presión de 120 gramos por centímetro cuadrado.

Longitudinalmente existen tabiques verticales que dividen la celda en compartimientos, en cierto modo independientes, aunque no llegan al fondo.

La admisión de la pulpa se efectúa por la parte inferior de uno de los extremos y al avanzar en el sentido del eje de la celda, sufre la acción del aire comprimido entre las dos paredes. Allí, mientras el estéril que contiene cae al fondo, el material flotable adherido a la espuma, sube y rebasa por el vertedero superior. El estéril que ha caído al fondo, vuelve a sufrir la misma operación, perdiendo a lo largo de su recorrido parte del mineral flotable que arrastra, saliendo por la parte inferior del otro extremo.

De la primera celda se obtienen: *a)* Cabezas ya bastante enriquecidas y colas que arrastran algo de plomo. Estas pasan a una segunda celda o escaveing que separa, por una parte, la blenda y los estériles, y, por otra, mixtos que se unen a las cabezas de la primera, pasando juntos a la tercera, que es una refinadora de seis pies de longitud y

da: *b)* Mixtos pobres que, volviendo a entrar en la primera, recorren de nuevo el circuito, y *c)* Concentrados brutos que pasan a la cuarta para su refinación. En esta cuarta se obtienen: *d)* Concentrados limpios que se mandan al espesador y al filtrado y *e)* Mixtos que una bomba Wilfley de una pulgada de diámetro devuelve a la primera celda.

El concentrado suele llegar a una riqueza en ley de 78 % de plomo y en rendimiento a 96 %, cifras que llaman extraordinariamente la atención, en relación con las obtenidas en otros lavaderos.

El mineral que contiene la blenda, abandona la celda núm. 2 del circuito de galena y es llevada a un espesador Dorr de 45 pies de diámetro, que recupera en veinticuatro horas 240 metros cúbicos de agua, reduciendo la dilución de la pulpa al 50 %. Se extrae de aquí con una bomba Dorco y se envían al acondicionador.

Consiste este acondicionador en un depósito de dos metros de diámetro y de 1,5 de altura. Para evitar que se deposite y al mismo tiempo lograr una mezcla íntima de los reactivos, está provisto de un motor vertical de 6 HP a 1.450 revoluciones por minuto, que mueve una hélice de tipo marino a 350 vueltas por minuto.

Circuito de blenda. - Los reactivos que se emplean en este circuito son: cal viva para deprimir la pirita y sulfato de cobre para reactivar la blenda, no usando nuevas cantidades de colector ni de espumante.

Los reactivos por tonelada métrica son los siguientes:

| | |
|-----------------------|--------------|
| Cal viva | 5 kilogramos |
| Sulfato de cobre..... | 122 gramos |

El pH lo regulan entre 8 y 9.

El circuito de blenda se compone de cuatro celdas: una de diez y ocho pies, dos de doce y una de seis.

El recorrido difiere muy poco del circuito de galena.

La pulpa entra en la primera celda, que es una desbastadora de doce pies, cuyas cabezas (mixtos ricos) van a la tercera celda, también de doce pies, mientras que las colas lo hacen a la segunda que es de diez y ocho. Esta separa ya estériles, que van a un tanque Dorr y mixtos que reunidos a los de la segunda, vuelven a la cabeza del circuito y repiten el ciclo. Los concentrados en cambio pasan a la cuarta celda, que es una refinadora de seis pies, de donde sale el concentrado limpio, que al igual que los de galena pasan a los espesadores y luego a los filtros, mientras que los mixtos, que también se obtienen, son devueltos, por una bomba Wilfley de una pulgada, a la tercera celda para su relavado.

La ley de zinc en el concentrado es de 51 %, y el rendimiento en metal es de unos 86 %.

El estéril procedente de la segunda celda lo envían a un tanque Dorr de cuarenta y cinco pies. Allí se concentra hasta reducir la dilución en un 50 % y el agua sobrante de 240 metros cúbicos en veinticuatro horas, es la que utilizan en el acondicionador, pues es una zona muy pobre en agua.

El estéril, conteniendo la pirita sin flotar, lo aprovechan para el relleno de la mina.

Los concentrados de blenda y galena, después de espesados en los tanques Dorr, son llevados por una cadena de cangilones a un filtro Oliver de seis discos, dos para la galena y cuatro para la blenda, y de aquí, por medio de unas cintas transportadoras, van a las tolvas de carga.

En resumen:

Fórmula del Lavadero Gorguel, Sierra de Cartagena (1940)

Mena: 5 % de Pb. 7,8 % de Zn. Fe %. Concentrados de galena: ley de Pb. 78 %. R en metal 96 %.

Reactivos empleados por tonelada métrica:

| | |
|----------------------------|-----------------|
| Carbonato sódico | 2,5 kilogramos. |
| Cianuro sódico | 85 gramos |
| Xantato sódico | 93 » |
| Acido cresílico | 70 » |

Concentrados de blenda: ley de Zn 51 %. R en metal 86 %.

Reactivos empleados por tonelada métrica:

| | |
|----------------------------|--------------|
| Cal viva | 5 kilogramos |
| Sulfato de cobre | 122 gramos |

3) Lavadero de flotación diferencial de pirita ferro-cobrizada de Riotinto (Huelva)

Los yacimientos de piritas ferro-cobrizas de la provincia de Huelva, se prolongan hasta Portugal por la zona de Ajustrel y son en conjunto el mayor yacimiento piritífero de Europa, llegando a profundidades de más de 500 metros.

En enero de 1942, la Compañía Inglesa de Minas de Riotinto, ha puesto en marcha un nuevo lavadero de flotación diferencial para Cu-Fe. Desde hace varios años dicha Compañía tenía el proyecto de un lavadero de flotación, pero en vista de la situación comercial del cobre y de las facilidades para la exportación del mineral bruto, detuvo su instalación; en los momentos actuales, en que la subida de precios puede recompensar los cuantiosos gastos de instalación de un lavadero de este género, ha comenzado a trabajar con aquellas piritas ferro-cobrizas, poniendo en marcha la mitad de su capacidad, no dudando que dentro de poco, trabajarán en gran escala porque de las cuarenta

y tres compañías mineras que explotaban el cobre en aquella zona, solamente las de Tharsis y Riotinto no han suspendido en la actualidad sus trabajos.

La composición media del mineral bruto oscila de un 1 a un 2 % de Cu, los concentrados de flotación llegan del 10 al 11 % de Cu y dejan en el estéril un residuo del 0,40 al 0,50 % de Cu.

Es, pues, el lavadero de flotación de Riotinto, el primero instalado en España para la flotación del cobre.

G) Influencia de las sales solubles en la flotación de los sulfuros

La Química de Flotación es, en apariencia, diferente de la Química Analítica; cuerpos tales que por su insolubilidad sirven de base a los análisis gravimétricos más precisos, son considerados en flotación como solubles y su solución, donde la saturación se representa a menudo por una dosis ínfima, constituye un electrolito, cuyo papel es primordial.

Las reacciones de precipitación, que en análisis se consideran realmente como completas, intervienen en la flotación como equilibrios químicos.

Distintas son las teorías que se han sustentado para explicar la acción de las sales solubles en el curso de la flotación, pero ninguna de ellas deja aclarado del todo el problema.

Algunos suponen que los cationes polivalentes, particularmente nocivos, provocan una fuerte floculación de las sales, dando lugar, en seguida, a la descarga eléctrica o cambiando de sentido la carga de las suspensiones, obrando de la misma manera sobre las burbujas de aire. Ahora

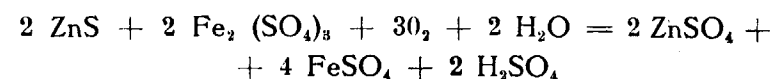
bien, si las burbujas de aire y las partículas metálicas estuvieran cargadas idénticamente su reunión sería imposible.

Otros admiten (2) que la formación de los hidróxidos, fuertemente hidrófilos de las sales metálicas, son la causa de esa acción nefasta para la flotación. Los hidróxidos forman verdaderos geles o soles, que al principio adsorben energicamente los reactivos de flotación y en seguida son adsorbidos por los minerales, volviendo sus superficies completamente hidrófilas.

Las sustancias nocivas o venenos de flotación pueden provenir de las partes constitutivas del mineral, que entran en solución favorecidas por la gran superficie del mineral en la molienda, o bien pueden provenir de la oxidación de los minerales sulfurados, que forman en la pulpa sulfatos solubles. Así, la pirita, dará lugar a los sulfatos ferroso y férrico, muy nocivos el uno y el otro en flotación; la blenda dará lugar al sulfato de zinc, que es empleado, a menudo, como depresor de la misma blenda, solo o unido al cianuro sódico.

Por oxidación de la ganga se forman las sales de aluminio, manganeso, magnesio, calcio, etc., todos ellos nocivos en flotación.

El sulfato férrico, que proviene de la oxidación de la pirita, acelera la oxidación de los otros sulfuros, como la galena y la blenda, según la reacción:



El sulfato ferroso, oxidándose de nuevo, prolonga el ciclo de descomposiciones, con formación de sales solubles que envenenan cada vez más la flotación.

El conocimiento de la solubilidad de la mayor parte de

las combinaciones que aparecen en flotación, es desgraciadamente muy incompleto; las cifras que se encuentran de solubilidades están establecidas para productos puros y no para productos naturales, con todas las impurezas que les acompañan. Además, las solubilidades han sido estudiadas con relación al agua pura y la pulpa de flotación contiene en solución las sales más diversas que, a menudo, ejercen influencia en la solubilidad, en las transformaciones superficiales de los minerales y en los reactivos de flotación. Sin embargo, estas sales solubles, que son, en general, venenos de flotación, han sido utilizadas en algunos casos como reactivos o se ha conseguido que trabajen en armonía con dichos reactivos.

En un trabajo de Mc. Kay, «Las sales solubles como reactivos de flotación» (15), se expone la manera de aprovechar los sulfatos de hierro y de zinc, existentes en el mineral de galena, blenda y pirita-calcopirita.

En la mina de Amulet (Canadá), cuyos minerales contienen gran parte de sales solubles de zinc y de hierro (minerales complejos de Cu-Zn-Fe), han logrado hacerlas inofensivas con contravenenos convenientes, como puede verse en el siguiente cuadro:

| | Gramos de sales solubles por metro cúbico de pulpa | | |
|--|--|------------------|------------------|
| | Cu ⁺⁺ | Zn ⁺⁺ | Fe ⁺⁺ |
| Mineral lavado sin contraveneno..... | 80 | 90 | 1.000 |
| Mineral lavado con 360 g/t CaO..... | 75 | 90 | 300 |
| Mineral lavado con 360 g/t Na ₂ CO ₃ | 40 | 50 | trazas |
| Mineral lavado con Na ₂ S, CaO..... | trazas | 30 | 200 |
| Mineral lavado con Na ₂ S, CaO, Na ₂ CO ₃ ... | 5 | 25 | trazas |

La influencia de las sales solubles y los métodos para eliminarlas han sido objeto de muchas investigaciones, pero entre las muchas rebuscas que hemos hecho, encontramos, que la mayor parte de los trabajos se han enfocado a estudiar las sales solubles procedentes de la oxidación de los sulfuros y son escasos los que se han ocupado de estudiar la influencia que las gangas pudieran tener en flotación.

A la vista de esta preparación previa, aconsejada por el Dr. Jimeno, concreté mi trabajo al estudio de las *sales solubles procedentes de las gangas*. Habiéndonos encontrado cantidad considerable de yeso en las muestras de minerales sulfurados traídas de la Sierra de Cartagena (Minas del Concilio y Regente) enfocamos nuestra atención en seguir la *influencia que el yeso pudiera tener en la flotación de los sulfuros de plomo y de zinc*.

H) Gangas que suelen acompañar a los minerales sulfurados

Los minerales que acompañan como ganga a las menas sulfuradas de plomo, zinc, cobre y hierro, son muy variadas, pero se puede decir, en general, que se trata de minerales de origen eruptivo o de origen hidrotermal o pneumatolítico.

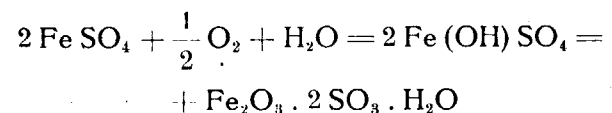
Los primeros se presentan en los yacimientos en que los minerales sulfurados en cuestión constituyen secreciones magmáticas. En este caso se trata de minerales, tales como los siguientes: cuarzo, feldespatos, piroxenos, anfíboles, etcétera.

En los yacimientos filonianos de origen hidrotermal o pneumatolítico, los minerales que les acompañan son: sul-

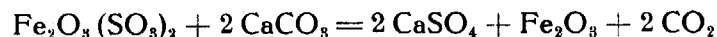
fatos, como baritina, celestina, anglesita; carbonatos, como la calcita, witherita, etc.; fluoruros, como fluorita, cuarzo y otros minerales.

El yeso tiene, en general, origen sedimentario y su existencia en unión con las piritas es poco probable. Únicamente se pueden encontrar juntos en casos especiales como los siguientes:

En Copaquiré (Huatacondo, Chile), una roca granítica, contiene pirita, ésta forma FeSO_4 por oxidación y por nueva oxidación forma sulfato básico, llamado cequimbita.



Este cuerpo con la calcita:



Este sulfato de calcio con el agua produce yesos que se acumulan en la parte alta del yacimiento, donde la oxidación es mayor.

Los sulfuros de plomo y zinc pueden dar origen a reacciones parecidas y originar también yeso. Hay que tener presente que como se origina yeso a expensa de los sulfuros, éstos no subsisten con ellos o de existir están en pequeña cantidad.

Un caso excepcional de yeso mezclado con pirita, blenda y galena, se encuentra en un yacimiento de oro de Cripple Creek (cuenca del Arkansas, Colorado. EE. UU.). Armados en granito se encuentran filones de rocas básicas (basaltos con nefelina y feldespatos) que contienen, además de oro, galenas, blendas, telururos, estibinas y piritas auríferas.

Estos filones tienen la curiosa particularidad de contener masas de yeso que, según Rickard, son de origen hidrotermal (24).

Nosotros podemos afirmar que en nuestra Sierra de Cartagena, por la zona de Portman a Escombreras, existe yeso en la ganga de aquellas menas sulfuradas, producto secundario producido por la oxidación de aquellos sulfuros, que al vitriolizarse y producir sulfúrico, éste obra sobre la calcita existente y da lugar a la formación de yesos. Hemos comprobado, espectroscópicamente, la existencia exclusiva del calcio en la parte soluble del mineral, con pequeños indicios de estroncio y de hierro.

II.—PARTE EXPERIMENTAL

Nosotros instalamos, en los Laboratorios de Química Inorgánica de la Facultad de Ciencias de Madrid, una Sección de Flotación, menos los aparatos de molienda que, por ahora, hemos utilizado los de la Escuela de Minas.

Dicha Sección se compone de un sencillo aparato o celda de flotación y del material de análisis necesario para hacer las cuantitativas de plomo y de zinc en todos los concentrados.

A) Aparato de flotación de nuestros ensayos

Como puede verse en el esquema adjunto, en la caja A, de sección cuadrada, se advierten tres zonas:

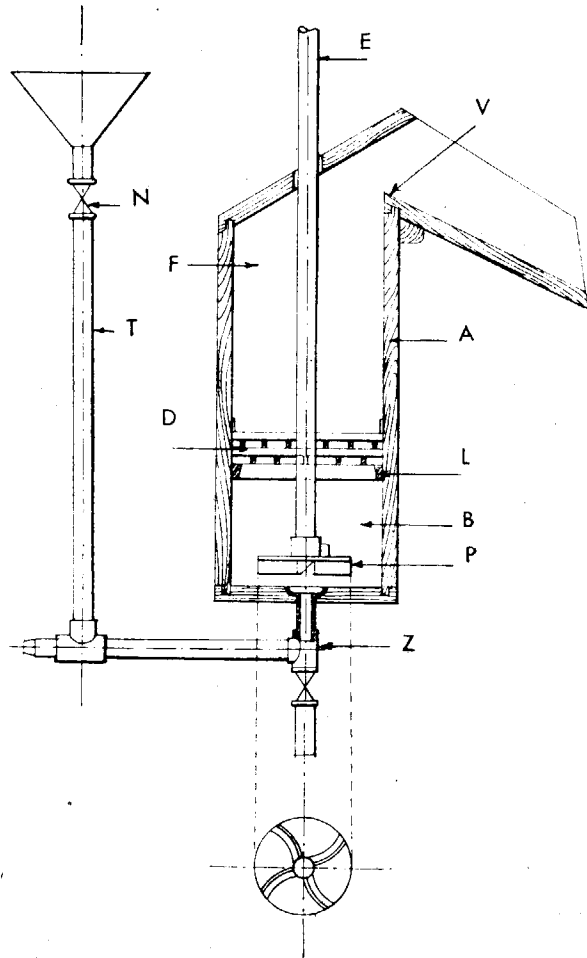
Zona B.—Zona de agitación, producida por la paleta *P*, que gira a 500 metros de velocidad periférica por minuto y va movida por el eje *E*.

Zona D.—Donde la agitación desaparece merced a las parrillas de listones *L*.

Zona F.—Donde la pulpa, completamente en reposo, permite la formación de espuma que sale por la veredera *V*.

Por el tubo *T* entra el aire en la máquina aspirado por las paletas *P*, aire que se regula con la llave *N*.

Una vez verificado el ensayo, se vacía el aparato por *Z*.



Aparato de flotación empleado en nuestros ensayos

Los reactivos se añaden por el tubo *T* cuando se ha descargado en la máquina la pulpa, que viene del molino de bolas con un 50 % de sólidos. Entonces el nivel de ésta no

pasa de la zona *B*. Se agita bien con los reactivos e inmediatamente se añade agua hasta que alcance un nivel de dos a tres centímetros más bajo que la vertedera *V*.

Nosotros hemos trabajado con unos dos kilogramos de mineral y seis litros de agua.

El tiempo de flotación varía, dependiendo de la clase de minerales, de las leyes del metal en la entrada, etc. En algunos casos la flotación dura un minuto, en otros cinco, en otros diez, etc. En nuestras tablas va consignado el tiempo que hemos empleado para recoger cada concentrado.

Es de notar que los ensayos de flotación (7), en máquinas de Laboratorio, dan resultados más bajos y pesimistas que los obtenidos en la industria.

Hemos recogido cinco fracciones de flotación: concentrados de galena, mixtos de galena y blenda, concentrados de blenda, mixtos de blenda y pirita y estériles, pues la pirita la hemos dejado sin flotar. Los mixtos no los hemos analizado, pero hemos recogido su peso, para poder hallar por diferencia el peso del estéril y controlar en él la pérdida del zinc. Solamente en alguna flotación hemos determinado la ley del zinc en los mixtos, con el fin de controlar el zinc en entrada y en salida. En los actuales momentos han instalado en el Instituto Geológico y Minero un magnífico laboratorio de flotación, con los últimos modelos de celdas, el cual se destina a la investigación científica y a ensayos industriales, sobre este sistema de concentración.

B) Análisis del mineral de Cartagena (minas del Concilio y Regente)

Sometimos previamente el mineral a un análisis detenido, cuyos resultados han sido los siguientes:

| | |
|---------------------------|---|
| Aniones encontrados..... | CO ₃ , SO ₄ , SiO ₂ , S. |
| Cationes encontrados..... | Ag, Pb, As, Sb, Zn, Fe, Mn, Al, Sr, Ca, Cd, Mg. |

Después de este análisis general cualitativo, dimos al mineral el siguiente tratamiento:

- 1.º Digerido en agua y recogidas las sales solubles.
- 2.º Ataque con clorhídrico.
- 3.º Ataque con nítrico.
- 4.º Ataque con agua regia.

Estudiando en cada caso la parte atacada y la parte inatacada.

En estos análisis encontramos dos cosas de extraordinario interés para nuestro objetivo. Al atacar con agua regia dejando unas horas en reposo con la sílice nos cristalizó un cuerpo en abundantes drusas que, aislado y separado de ella y estudiado, resultó dar *sulfato cálcico* con algo de estroncio.

Al disolver el mineral en agua, tanto en frío como en caliente, obtuvimos cantidad considerable de sales solubles, punto de extraordinario interés en los procesos de flotación. Analizadas resultaron ser también en su mayor parte *sulfato cálcico* con indicios de sulfato de estroncio y algo de hierro, producto de la oxidación de la pirita.

Procedimos, pues, a hacer la cuantitativa del yeso total existente en el mineral, teniendo en cuenta que el calcio se presenta en dicho mineral en la forma de carbonato y de sulfato.

De nuestros análisis deducimos que la cantidad de yeso contenida es de un 5 a un 6,5 %.

La influencia que producen en el circuito de flotación

la oxidación de los sulfuros, había sido experimentada por los ingenieros del lavadero Gorguel en varias ocasiones. Una de ellas, en que les bajó extraordinariamente en rendimiento, fué debido a que un obrero echó en la molienda, no mineral reciente del sacado de la mina sino del expuesto al aire hacía algún tiempo. Estaban preocupados por el rendimiento de blenda que no era lo alto que esperaban, que quizá por la complejidad del mineral debía estar en forma tal que les dificultaba esta flotación.

Como nuestros análisis acusaban cantidad considerable de yeso, pensamos si pudiera tener influencia en la flotación de la blenda, pues dada su solubilidad, aunque pequeña, y su carácter hidrófilo, pudiera dar lugar a la formación de lodos de flotación (2), que depositándose sobre la superficie de los sulfuros en la pulpa, pudiera producir acción nociva; sin dejar de advertir que la blenda era muy ferruginosa y que necesitaría un grado superior de molienda, que aquellas menas estaban un tanto oxidadas, factores que perjudican notablemente la flotación de la blenda; además, es una zona pobre en aguas y éstas, después del lavado del mineral, son aprovechadas en el acondicionador, con todo el arrastre de productos solubles y verdaderos venenos en la flotación del zinc.

Quisimos explicarnos teóricamente este hecho estudiando la relación que pudiera tener la estructura cristalina con la flotabilidad de los minerales y sacar alguna conclusión de la influencia del yeso sobre las redes iónicas de la galena y de la blenda, puesto que los fenómenos de flotación residen en las propiedades superficiales en que se disgrega el mineral en la molienda fina y la disposición atómica de la superficie tendrá que jugar un papel importantísimo.

Pero los fenómenos de superficie, son incompletamente conocidos en los cristales, y lo que se sabe actualmente

sobre esta cuestión se refiere a superficies extensas de cristales macroscópicos y no a los pequeños granos obtenidos por la molienda fina. En dichos granos las superficies son irregulares y muy variables, siendo su estudio muy complicado. Sin embargo, pudiera servir, según algunos, para un esbozo de teoría, el tener en cuenta los planos de exfoliación, según los cuales es probable que estén limitadas la mayor parte de las partículas.

En nuestro laboratorio hemos preparado distintos reactivos de flotación, entre ellos el etil-xantato-sódico y el etil-xantato-potásico, así como hemos ensayado para el zinc distintas valoraciones, entre ellas la dicromatometría indirecta con ferrocianuro, empleando como indicador interno el acetato de bencidina, según el método expuesto por los Sres. Sierra y Burriel (A. Soc. F. y Q., XXXII, 1934) pero resultaba difícil, en nuestro caso, regular bien la acidez como requiere este método.

Hemos seguido también otro con dos indicadores internos; anaranjado de metilo y sal férrica, valorando con ferrocianuro la solución amoniacal del zinc. Por este método estuvimos haciendo nuestros ensayos en Madrid, pero al fin hemos trabajado con el que siguen en Reocín, valorando con sulfuro sódico al estado de sulfuro de zinc, utilizando indicador externo de sal de plomo.

Estudiamos también la valoración del zinc al estado de $K_2 Zn [Fe (CN)_6]$ con indicador interno de difenilamina en $H_2 SO_4$ solución al 1 % (Cone y Cady 3. Am. Ch. Coc. 49, 1927).

Para el plomo hemos utilizado el método electrolítico y la valoración con molibdato amónico, usando indicador externo de tanino.

C) Manera de realizar nuestros ensayos

En los aparatos de molienda colocamos dos kilogramos de mineral, tal como sale de la mina.

En dichos aparatos de molienda (machacadora, molino y molino de bolas), se tritura el mineral a unas 60 mallas, habiendo tomado previamente una muestra para análisis antes de entrar en el molino de bolas. En dicho molino, colocamos los dos kilogramos pesados de mineral, después de la segunda molienda, con 1.800 cc. de agua y 35 kilogramos de bolas de hierro, dándole siete minutos de tiempo para obtener el grado de molienda deseado de los 60 mech. Es de advertir, que cuantas veces hemos utilizado el molino de bolas de un día para otro (no siendo las moliendas seguidas) hemos privado a las bolas de la oxidación, moliendo primero una piedra dura de sílex, que las deja completamente limpias.

A la salida del molino de bolas, a la pulpa húmeda se le añaden otros cinco litros más de agua y se le deja durante unas horas.

Después de este reposo se decanta el agua que se recoge para volverla a la máquina. A la pulpa húmeda se le agregan tres gramos de carbonato sódico, se agita y se echa en la máquina de flotación por el tubo lateral. Se comienza la agitación y se le añaden los reactivos de galena. Una vez agitada la pulpa con los reactivos, se llena el aparato de agua hasta un nivel de dos o tres centímetros mas bajo que la vertedera, se aspira el aire y comienza a flotar la galena, recogiendo la espuma cargada de mineral en una cápsula. A continuación, sin nuevos reactivos, se recogen las espumas con los mixtos de Pb-Zn, y después de este momento se añaden los reactivos de

blenda sin suspender la agitación, se hace subir un poco el nivel del agua por la que hubieran arrastrado las espumas, se deja unos minutos de acondicionamiento al sulfato de cobre (cuatro minutos) antes de agregar los demás reactivos, se añaden éstos y al poco tiempo comienza a flotar la blenda que se recoge y a continuación los mixtos de Zn-Fe, etc. La piritita la hemos dejado en los estériles, sin flotar.

Se suspende la flotación, se toma el pH de la pulpa a la salida (como previamente lo hemos tomado en la entrada), se ponen a secar las espumas en cápsulas diversas y a baño maría y una vez secas, se pesan, se tamizan y se toma una muestra de todas ellas para hacer los análisis del plomo y del zinc, controlando sus leyes hasta en los estériles, para ver la marcha de la flotación.

De los estériles, una vez depositados sobre el fondo donde se han recogido al salir de la máquina se toma una muestra para secarla y poder hacer el análisis. Su peso no se determina directamente, sino por diferencia con los pesos que se han obtenido de los demás concentrados.

Preparación de las muestras a la valoración del zinc

En matraces de 500 cc. se coloca un gramo de las muestras previamente secas a unos 180°, y se humedecen antes del ataque. Se les pone a baño de arena con calor fuerte y 15 cc. de HCl concentrado; después de uno o dos minutos se les añaden 10 cc. de HNO₃. Se sigue calentando a baño de arena hasta que no se desprendan vapores nitrosos. A la vez se prepara la solución tipo de zinc, poniendo 0,5 gramos de Zn purísimo en 15 cc. de HCl concentrado y unas gotas de HNO₃. Después que se han desprendido los vapores nitrosos, se diluyen todas con

unos 50 cc. de agua caliente y se sigue calentando unos diez minutos.

Se separan del fuego, se dejan enfriar y se añade a todas ellas 30 cc. de amoníaco. Se les deja en reposo para que se redisuelva el zinc; se engrasan a 500, se filtran y en estas condiciones están ya preparadas para la valoración.

Valoración del zinc al estado de sulfuro

Se prepara la solución tipo de zinc, como hemos dicho y la de sulfuro sódico al 4 % aproximadamente y se halla la equivalencia de 1 cc. Na₂S con gr. de Zn.

Por ejemplo: Pesada de Zn purísimo 0,5046 gr., gastados 22,65 cc. de Na₂S para la valoración

$$\begin{array}{r} 0,5046 \dots\dots\dots 22,65 \\ X \dots\dots\dots 1 \\ \hline X = 0,02227 \\ \text{Factor } \% 2,227 \end{array}$$

Por este factor multiplicaremos los centímetros cúbicos gastados de la solución de Na₂S en la valoración de todas las muestras para saber directamente su ley por % de Zn.

Dicha valoración se realiza con indicador externo. Sobre papel fuerte satinado, se extiende con un pincel, alternativamente, una mano de nitrato de plomo al 5 % y otra de carbonato sódico, también al 5 %, formando así el carbonato básico de plomo. Una vez seco sobre dicho papel en tiras, se hacen los toques (punto final de la valoración, mancha ligeramente parda).

Preparación de las muestras a la valoración electrolítica del plomo

Se pesa de todas ellas 0,5 aproximadamente, menos de la entrada que es conveniente pesar unos dos gramos, por que suele tener poco plomo. Se colocan después de secas y pesadas en matraces Erlenmeyer o en vasos para no confundirlas con las del zinc, se les añade 20 cc. de agua y 15 de HNO_3 concentrado, se calientan a baño de arena durante bastante tiempo a calor suave, se les añade unos centímetros cúbicos de HCl , se sigue calentando a calor suave, se les añade 25 cc. de licor cupro-amónico y se sigue calentando a calor suave. Se filtran, se lavan con agua caliente y se diluyen hasta un volumen de 200 a 500 cc. Hay que tener gran cuidado de que el plomo no pase a sulfato.

El licor cupro-amónico se compone:

| | | |
|--------------------------------|------|-----|
| Agua | 158 | cc. |
| Amoniaco | 325 | » |
| Nítrico | 436 | » |
| Nitrato de cobre al 10 % | 0,85 | » |

En estas condiciones quedan ya preparadas para la valoración electrolítica del Pb en forma anódica de PbO_2 . Para los concentrados y mixtos de Pb que suelen tener bastante Pb, es conveniente poner a los baños electrolíticos unos 30 cc. de nítrico.

Una vez hechos los depósitos y bien lavados, se secan a unos 180° , se pesan y se multiplica su peso por el factor 0,86 (correspondiente al PbO_2) con lo cual obtendremos la ley % del Pb en cada concentrado.

Valoración del plomo con molibdato amónico

Este método es debido a Alexander y está basado en la precipitación del plomo, de su solución acética, al estado de molibdato de plomo, por una disolución de molibdato amónico.

Como indicador se emplea una disolución acuosa de tanino que se colorea de amarillo, con un exceso de molibdato amónico.

La disolución del molibdato amónico se prepara disolviendo de cuatro a cinco gramos de molibdato por un litro de agua.

El indicador externo de tanino, se prepara disolviendo 0,100 gramos de tanino en 20 centímetros cúbicos de agua (esta preparación debe ser reciente).

Preparación del mineral a la valoración

Se disuelve 0,5 gramos de mineral, atacándolo con 10 centímetros cúbicos de agua y 10 centímetros cúbicos de nítrico concentrado. Se calienta a calor suave y se añaden unas gotas de HCl y se sigue calentando. Se evapora casi hasta sequedad, se trata en caliente con 5 ó 10 centímetros cúbicos de sulfúrico y se calienta hasta el desprendimiento de vapores blancos.

Se diluye con 5 a 10 centímetros cúbicos de agua, se filtra y lava con disolución sulfúrica al 1/10. Se disuelve el sulfato de plomo con solución acética al 4 ó 5 %; se le añaden unos 30 a 40 centímetros cúbicos de solución de acetato amónico; se lava con agua y se pone a calentar haciendo hervir la solución; se vuelve a diluir con unos 200 centímetros cúbicos de agua y unos 4 ó 5 de acético.

Casi a ebullición se valora con el molibdato amónico, utilizando como hemos dicho la solución acuosa de tanino como indicador externo. Sobre una plancha de porcelana se colocan alternativamente gotas del indicador y, a medida que se va valorando, se hacen toques sobre dichas gotas de tanino, siendo el punto final de la valoración cuando las gotas tomen un color amarillo claro.

Pesada de Pb metálico para patrón 0,1130 gr.
Centímetros cúbicos gastados de molibdato.. 10,4
 $0,1130 : 10,4 = 0,01086$
Factor = $\% 1,086$

Bastará multiplicar los centímetros cúbicos de molibdato amónico gastados en la valoración de las distintas muestras por este factor, para obtener directamente la ley del Pb $\%$ en todas ellas.

Resultado de uno de nuestros ensayos previos

Valoración del Zn con Na_2S , factor = 2,227

| Muestras. | C/c. de Na_2S | Productos | Ley del Zn $\%$ |
|-------------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------|
| 1.º Entrada | 5,80 | $5,80 \times 2,227$ | 12,92 |
| 2.º Concentrados de Pb. | 4,65 | $4,65 \times 2,227$ | 10,35 |
| 3.º Mixtos Pb | 6,20 | $6,30 \times 2,227$ | 14,03 |
| 4.º Concentrados de Zn. | 21,60 | $21,60 \times 2,227$ | 48,10 |
| 5.º Mixtos Zn | 12,60 | $12,60 \times 2,227$ | 28,06 |
| 6.º Estériles. | 0,60 | $0,60 \times 2,227$ | 1,34 |

En el cuadro siguiente hacemos un resumen de los análisis, indicando la cantidad de mineral, el tiempo de flotación, las cantidades de reactivos empleadas, el peso de los concentrados obtenidos y las leyes del Zn y del Pb en cada concentrado.

CUADRO RESUMEN

| FLOTADO CON | Número de metros | P. concentrados | Ley $\%$ Zn | Ley $\%$ Pb |
|--|------------------|-----------------|-------------|-------------|
| 2 kgs., 3 grs., Na_2CO_3 3 gts. Aerofloat n. 25 1 gts. a pino. | | | | |
| Entrada | 1 | 2.000 | 12,92 | 2,15 |
| 4' 4 concentrados Pb. | 2 | 35 | 10,35 | 62,62 |
| 3' 3 mixtos Pb. | 3 | 25 | 14,03 | 3,10 |
| 4': 4 cc. de CuSO_4 del 25 $\%$, 1 gr. CaO , 6 gts. xantato del 25 $\%$, 12 gts. a napta, 2 gts. a pino. | | | | |
| 6' concentrados Zn. | 4 | 440 | 48,10 | |
| 6' mixtos Zn | 5 | 65 | 28,10 | |
| Estériles. | 6 | 1.425 | 1,34 | |

Control de la flotación para el Zn

| Número de muestras | Ley $\%$ del Zn por peso de los concentrados 100 | Zn total gramos |
|-------------------------|--|-----------------|
| 1.º Entrada | $12,92 \times 2.000 : 100$ | 258,40 Zn e. |
| 2.º Concentrados Pb. | $10,35 \times 35 : 100$ | 3,62 |
| 3.º Mixtos Pb. | $14,03 \times 25 : 100$ | 3,50 |
| 4.º Concentrados Zn. | $48,10 \times 440 : 100$ | 211,64 |
| 5.º Mixtos Zn | $28,03 \times 68 : 100$ | 18,21 |
| 6.º Estériles. | $1,34 \times 1.435 : 100$ | 19,22 |
| | | 256,21 Zn s. |

Zn en entrada. 258,40
Zn en salida 256,21
Zn en concentrados de Zn. 211,64
Rendimiento en blenda. $211,64 : 258,40 = 0,819$

R $\%$ 81,9

D) Acción específica del yeso en la flotación de los sulfuros de plomo y de zinc

Previamente en nuestro Laboratorio de Madrid, hicimos algún ensayo de flotación, añadiendo al mineral cantidades variables de yeso, y observamos la marcada influencia que tenía en la flotación de la blenda, sin poder, por la falta de regularidad de nuestro aparato, controlar cuantitativamente dicha influencia.

Del mismo modo, en un mineral con yeso introducimos en nuestras flotaciones cantidades variables de carbonato bórico y apreciamos el mejoramiento de las leyes del Zn y la poca variación en las del Pb.

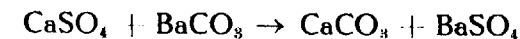
Todas estas observaciones nos llevaron a preparar nuestro trabajo de investigación, y solicitar, con la aprobación del Dr. Jimeno, el realizarlo en Reocín, ya que contábamos con la autorización del director de aquella empresa minera, y por ser el mineral de esta zona apropiado para nuestros ensayos, por no contener yeso y poder nosotros ponerlo en cantidades variables.

Preparamos yeso natural procedente de Vallecas (Madrid) y la cantidad de carbonato bórico necesaria, según nuestros cálculos, para quitar totalmente el yeso existente de los distintos % con que nosotros preparábamos la mezcla de mineral y yeso.

Nuestro proyecto de eliminar el yeso con carbonato bórico, nos aparecía con una interrogante. Teniendo en cuenta las solubilidades del yeso y del carbonato bórico (0,23 % y 0,007 %, respectivamente) ¿podríamos llegar a que la reacción fuera completa y quedase hecha la eliminación?

Afortunadamente pudimos observar que con una agita-

ción fuerte y tiempo se lograba que la reacción avanzara de izquierda a derecha:



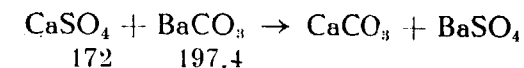
Conseguido esto, vimos el problema resuelto, pues dada la insolubilidad del carbonato cálcico y del sulfato bórico resultantes, conseguiríamos dejar en el circuito de flotación sales insolubles, además en condiciones tales que el pH no sería modificado.

Hicimos, pues, primero cinco flotaciones. La primera con mineral de Reocín, que no contiene yeso; seguidamente otras cuatro con el mismo mineral de Reocín, pero al que le íbamos añadiendo sucesivamente el 3, 6, 9 y 12 % de yeso, procurando trabajar siempre con dos kilogramos de mineral.

Analizados los concentrados de estas cinco flotaciones, como queda consignado en la tabla I procedimos del siguiente modo:

Preparamos para cada uno de los ensayos de yeso (del 3, 6, 9 y 12 %) otros cuatro ensayos con cantidades crecientes de carbonato bórico, hasta llegar en cada caso a los pesos necesarios para las condiciones estequiométricas o superarlos, aunque en poca cantidad.

Así:



Ensayo B). 3 % de yeso = 60 gr.
 172..... 197,4
 60..... x x = 69 (20, 40, 60, 80) cantidades de BaCO₃ añadidas.

Ensayo C) 6 % de yeso = 130 gr.

172..... 197,4

120..... x x = 138 (30, 70, 110, 150) cantidades de BaCO₃ añadidas.

Ensayo D) 9 % de yeso = 180 gr.

172..... 197,4

240..... x x = 207 (60, 120, 180, 240) cantidades de BaCO₃ añadidas.

Ensayo E) 12 % de yeso = 240 gr.

172..... 197,4

240..... x x = 266 (80, 160, 240, 320) cantidades de BaCO₃ añadidas.

Y realizamos 21 flotaciones, recogiendo de cada una seis muestras, para poder controlar la marcha del Pb y del Zn, cuyos resultados, obtenidos de nuestros análisis, quedan consignados en las tablas I, II, III, IV y V.

Lo mismo el yeso que el carbonato bórico, los hemos añadido en el momento de introducir el mineral en el molino de bolas, con lo cual recibieron juntos la agitación conveniente y durante el mismo tiempo para todos los ensayos.

1) Tablas con los resultados experimentales

Nuestras tablas están construídas anotando en ellas todos los extremos y detalles que abarca el trabajo de flotación con los análisis correspondientes a cada concentrado.

Lleva cada tabla el resultado de cinco flotaciones, comparativas cuatro de ellas con la primera que va en cada tabla, y en las 16 columnas de que se componen quedan anotados los pesos del mineral, concentrados, yeso

añadido, así como carbonato bórico, la molienda, el pH y el resultado de los distintos análisis de cada una de las seis muestras recogidas en cada flotación.

En la columna 11 de cada tabla, van reseñados los % de Zn.

1.º En los concentrados de Pb.

2.º En los concentrados de Zn.

3.º En los estériles.

Y en la columna 16 los % de Pb en los concentrados de Pb, todos ellos con relación al Me total de entrada.

Con estos datos hemos construído nuestras gráficas.

Tabla I.—Se refiere a cinco flotaciones: A), B), C), D), E). La flotación A) a un mineral sin yeso; la B) al mismo mineral con un 3 % de yeso; la C) al del 6 % de yeso; la D) al del 9 % y la E) al del 12 % de yeso

Tabla II.—Se refiere a otras cinco flotaciones: flotación B) con un 3 % de yeso y las a), b), c), d), al mismo mineral con el 3 % de yeso y cantidades variables de carbonato bórico.

Tabla III.—Se refiere a otras cinco flotaciones: C) mineral con el 6 % de yeso y cantidades variables de carbonato bórico las a'), b'), c'), d').

Tabla IV.—Flotaciones D), a''), b''), c''), d'') ídem a un mineral del 9 % de yeso y carbonato bórico.

Tabla V.—Flotaciones E), a'''), b'''), c'''), d''') ídem a un mineral con el 12 % de yeso y cantidades de carbonato bórico respectivamente.

2) Gráficas

Las gráficas han sido construídas llevando en ordenadas los % del Me total en los concentrados con relación a

la entrada y en abcisas, las cantidades variables de yeso o de carbonato bórico añadidas.

Las gráficas 1.^a, 2.^a, 3.^a, 4.^a y 5.^a, con doble curva, se refieren a los concentrados de Pb las marcadas con rojo y a los concentrados de Zn las marcadas en azul.

Gráfica 1.^a—A), B), C), D) y E), mineral sin yeso y mineral con el 3, 6, 9 y 12 % de yeso.

Gráfica 2.^a—Flotaciones B), a), b), c) y d) para un mineral con el 3 % de yeso y las cantidades de 20, 40, 60 y 80 gramos de carbonato bórico, respectivamente.

Gráfica 3.^a—Flotaciones C), a'), b'), c') y d'), mineral con el 6 % de yeso y con 30, 70, 110 y 150 gramos de BaCO₃, respectivamente.

Gráfica 4.^a—Flotaciones D), a''), b''), c'') y d''), mineral con el 9 % de yeso y 60, 120, 180 y 240 gramos de BaCO₃.

Gráfica 5.^a—Flotaciones E), a'''), b'''), c''') y d''') con el 12 % de yeso y 80, 160, 240 y 320 gramos de carbonato bórico, respectivamente.

Gráfica 6.^a—En esta gráfica hemos reunido todas las curvas que expresan la marcha del Zn en los concentrados de blenda en las 21 flotaciones estudiadas, marcando con distinto colorido las que se refieren a ensayos diferentes.

La curva A, B, C, D, E, lleva como abcisas el 3, 6, 9, 12 % de yeso.

La curva B, a, b, c, d, lleva como abcisas el 20, 40, 60, 80, gr. de BaCO₃.

La curva C, a', b', c', d', lleva como abcisas el 30, 70, 110, 150 gr. de BaCO₃.

La curva D, a'', b'', c'', d'', lleva como abcisas el 60, 120, 180, 240 gr. de BaCO₃.

La curva E, a''', b''', c''', d''', lleva como abcisas el 80, 160, 240, 320 gr. de BaCO₃.

A.—F
Sin
Circui
3 gr
foal
pinc

Circui
4,4 c
CaC
12 f
de 1

B.—F
3 %
mas

C.—F
6 %

D.—F
9 %

E.—F
12 %



Y todas ellas llevan como ordenadas los % de Me en los concentrados con relación a la entrada.

Las gráficas 7.^a, 8.^a, 9.^a, 10 y 11, expresan la marcha del Zn en los estériles y son correspondientes a los mismos ensayos que las gráficas 1.^a, 2.^a, 3.^a, 4.^a y 5.^a estando trazadas en la misma escala que las anteriores.

Gráfica 7.^a—Marcha del Zn en los estériles de las flotaciones A), B), C), D y E), mineral sin yeso y mineral con el 3, 6, 9 y 12 % de yeso.

Gráfica 8.^a—Idem de un mineral con el 3 % de yeso y con el 20, 40 60 y 80 gramos de B_2CO_3 . Flotaciones B), a), b), c) y d).

Gráfica 9.^a—Idem de un mineral con el 6 % de yeso y 30, 70, 110 y 150 gramos de $BaCO_3$. Flotaciones C), a'), b'), c') y d').

Gráfica 10.—Idem a un mineral con el 9 % de yeso y las cantidades de 60, 120, 180 y 240 gramos de $BaCO_3$. Flotaciones D), a''), b''), c'') y d'').

Gráfica 11.—Idem a un mineral con el 12 % de yeso y 80, 160, 240 y 320 gramos de $BaCO_3$. Flotaciones E), a'''), b'''), c''') y d''').

Las gráficas 12, 13, 14, 15 y 16 se refieren a las variaciones del % Zn en los concentrados de galena, están trazadas en la misma escala y son correspondientes a los ensayos anteriores.

Las gráficas 1.^a, 7.^a y 12, así como las 2.^a, 8.^a y 13; las 3.^a, 9.^a y 14; las 4.^a, 10 y 15; las 5.^a, 11 y 16 son combinación comparativa de las anteriores agrupadas para poder seguir en cada flotación:

- 1.º El Zn en los concentrados de Zn.
- 2.º Zn en concentrados de Pb.
- 3.º Zn en los estériles.

Las gráficas de trazos verticales están trazadas pro-

porcionalmente a los % de Me en los concentrados con relación a la entrada.

La 1.^a se refiere al % de Zn en los concentrados de Pb.

La 2.^a al % de Pb en los concentrados de Pb.

La 3.^a al % de Zn en los concentrados de Zn.

La 4.^a al % de Zn en los estériles de las 21 flotaciones.

Van trazadas en distinto colorido y reseñadas al margen de la lámina.

Todas ellas expresan de una manera sencilla y clara, cómo no sólo se ha conseguido eliminar el efecto del yeso, sino superarlo.

3) Comentarios

Los resultados comparativos de las distintas muestras, como puede verse en las tablas, no puede ser más sorprendente, llegando en algunos casos los concentrados de Zn de un mineral con yeso, y los del mismo mineral con yeso y carbonato bórico, a duplicarse el contenido % en Zn, del mismo modo que disminuye el Zn en los estériles que son los que miden las *buenas o malas flotaciones*.

Así, la cantidad de Zn en los concentrados de Pb, cuando se le añadió al mineral con yeso carbonato bórico, es sensiblemente menor, luego la separación queda también mejor hecha.

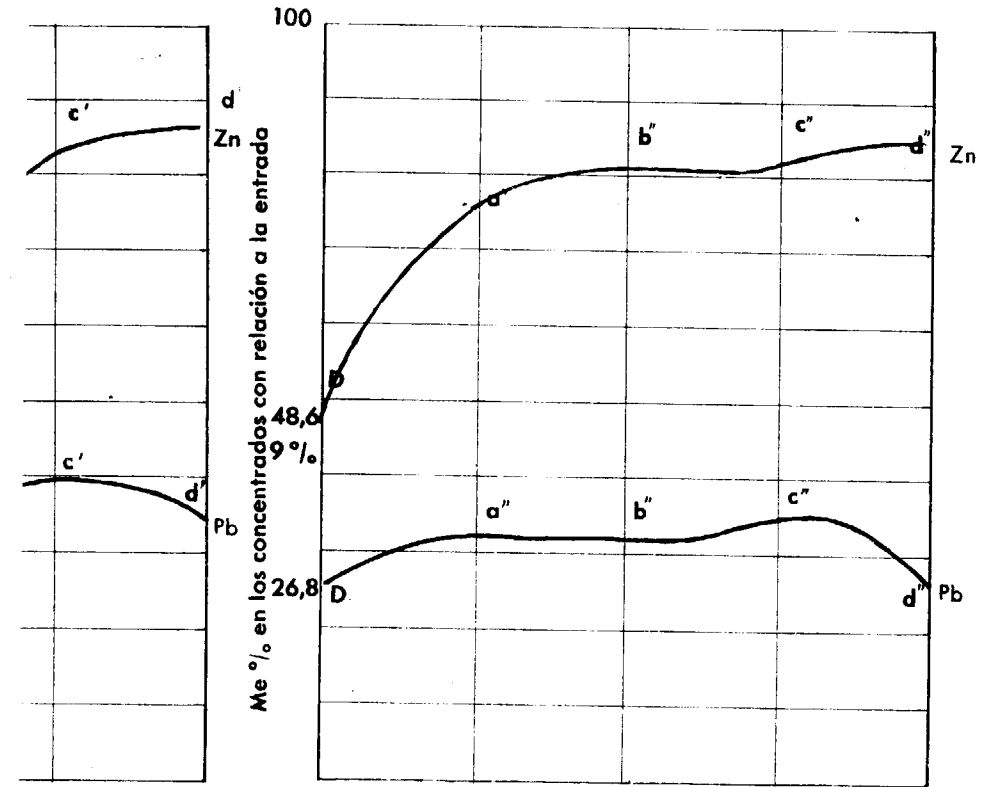
Referente al Pb observamos, como puede verse en la columna 16 de la Tabla I, que el yeso no le perjudica, sino que, a nuestro juicio, aunque no favorezca al Pb, como perjudica al Zn, sale el Pb mejorado en la separación.

Observamos también, que el BaCO₃ para nada perjudica al Pb (Tablas II, III, IV y V), sino que sensiblemente también le favorece.



1 Y 16

TABLA IV - COLUMNA 11 Y 16





CONCENTRADOS DE Pb Y DE Zn

TABLA I - COLUMNA 11 Y 16

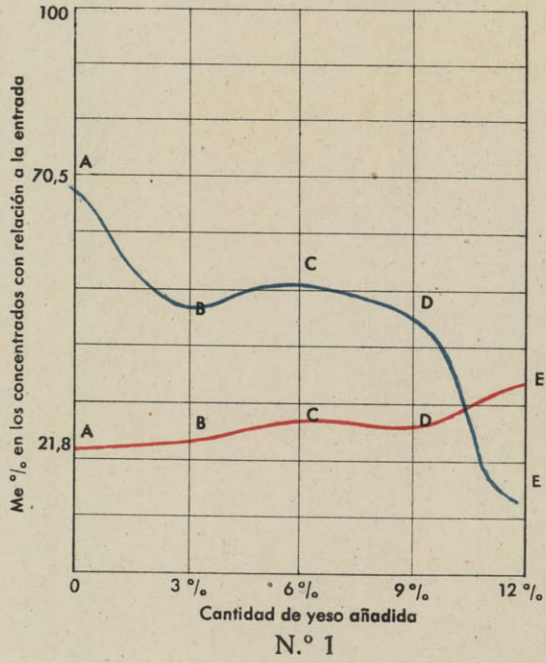


TABLA II - COLUMNA 11 Y 16

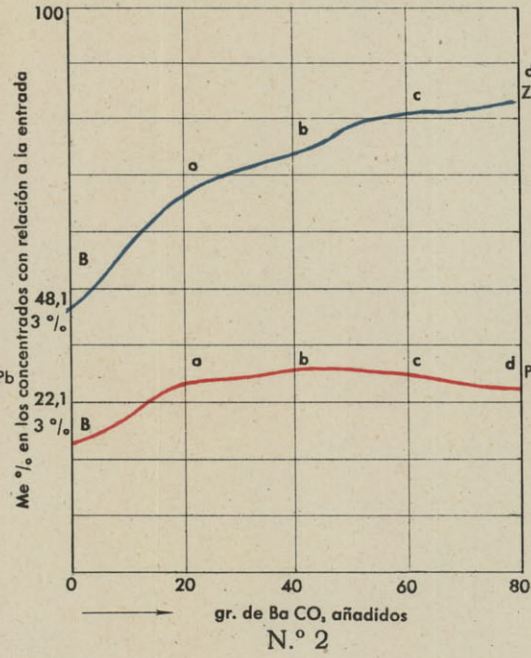


TABLA III - COLUMNA 11 Y 16

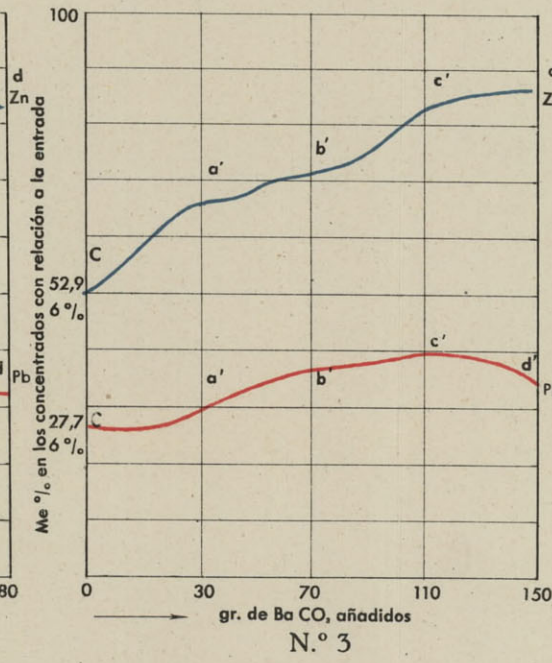


TABLA IV - COLUMNA 11 Y 16

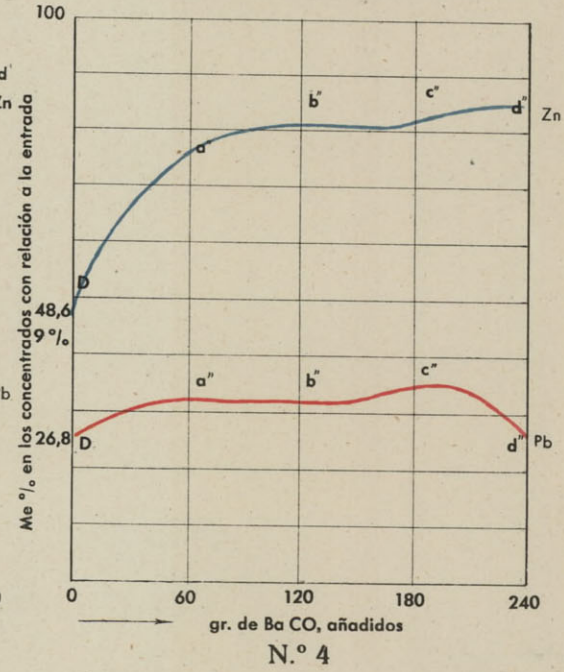
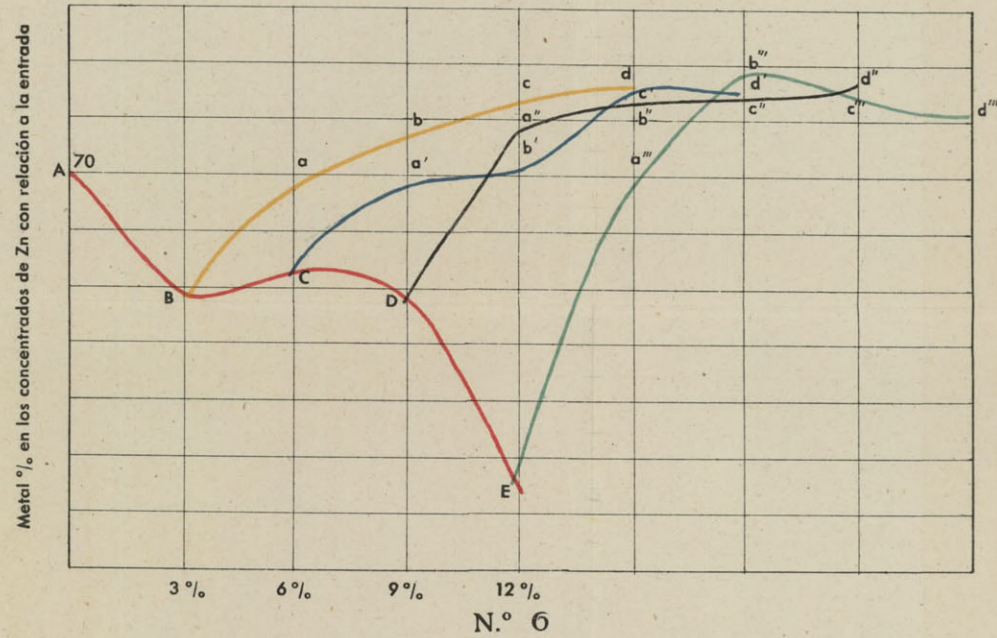
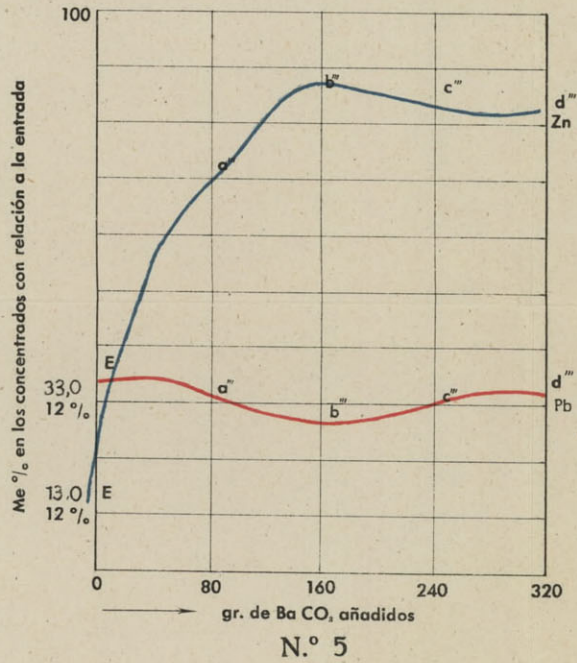


TABLA V - COLUMNA 11 Y 16



VARIACIÓN DEL Zn EN LOS ESTÉRILES DE FLOTACIÓN

TABLA I - COLUMNA 11

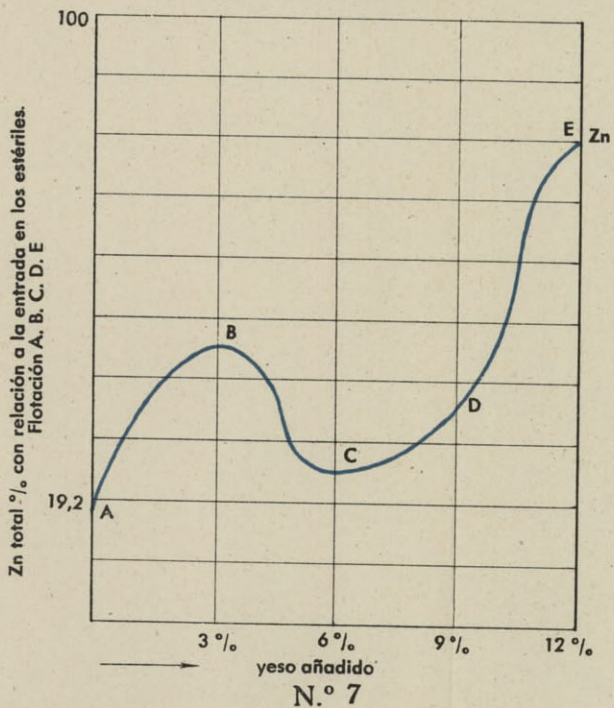


TABLA II - COLUMNA 11

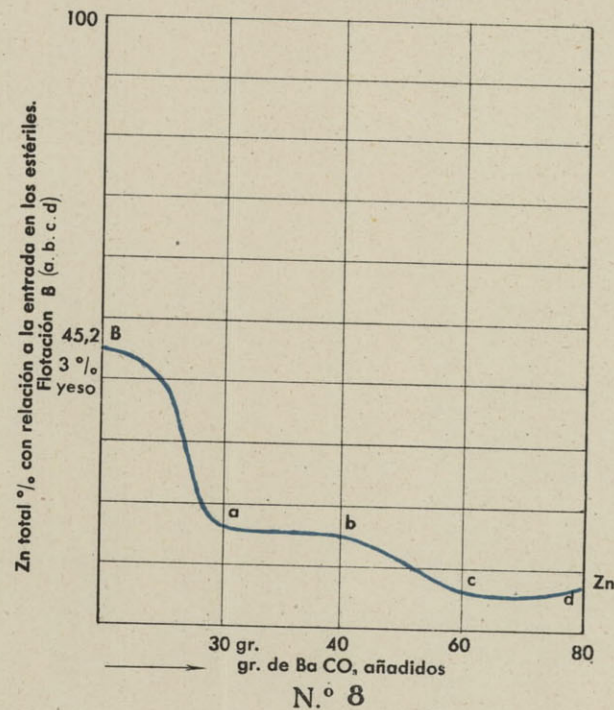


TABLA III - COLUMNA 11

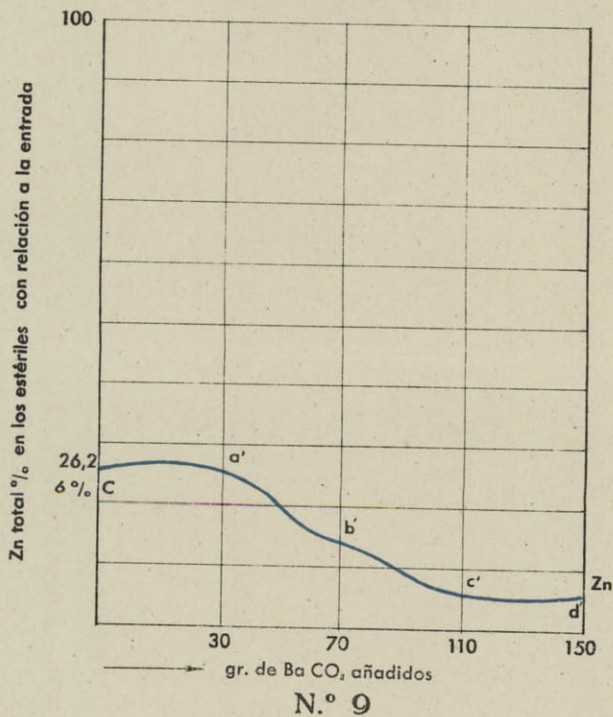


TABLA IV - COLUMNA 11

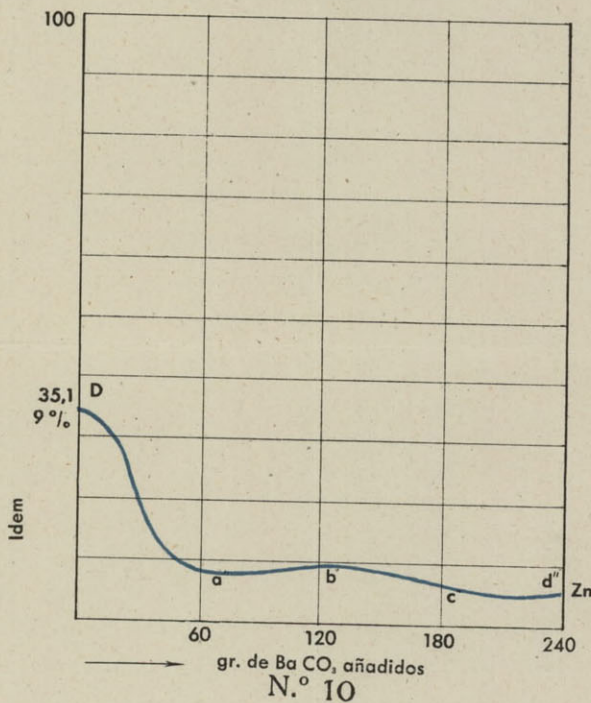
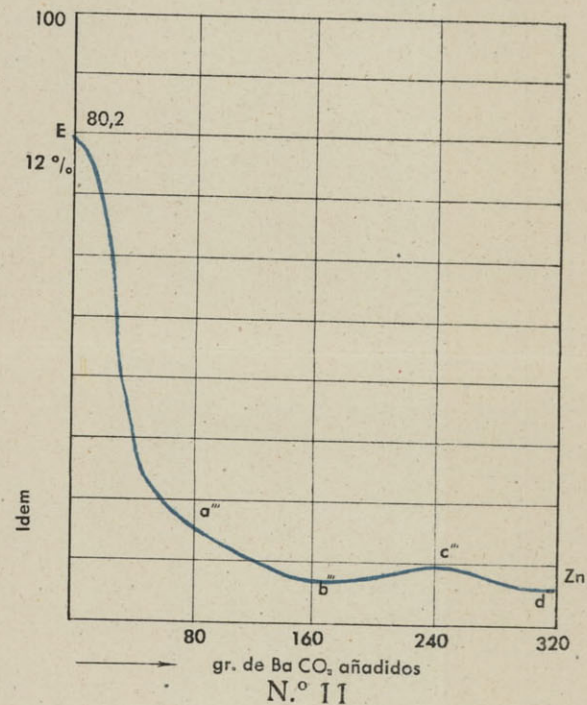
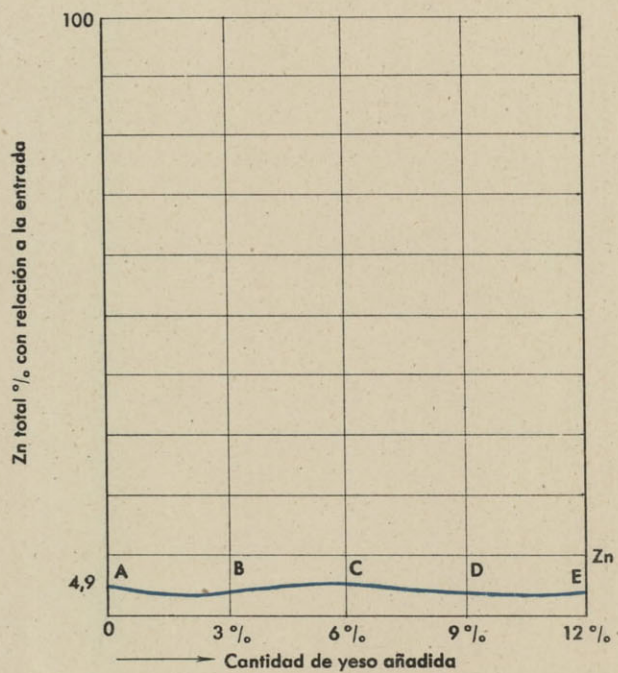


TABLA V - COLUMNA 11



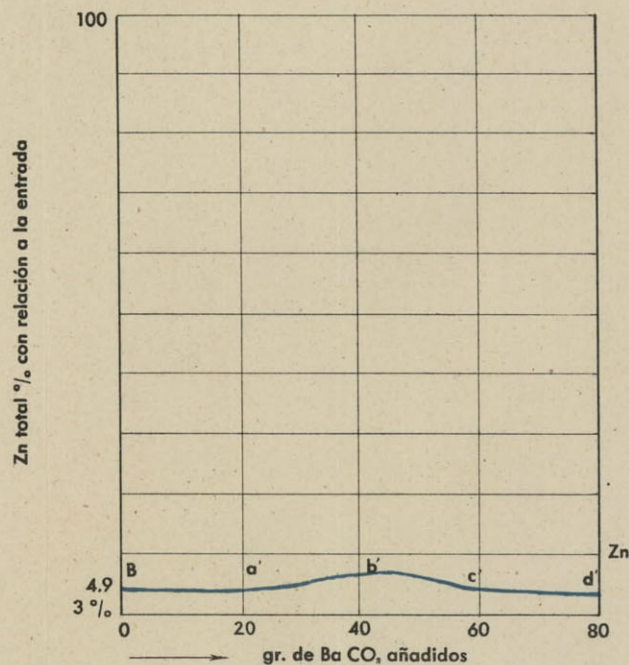
VARIACIÓN DEL Zn EN LOS CONCENTRADOS DE Pb

TABLA I - COLUMNA 11



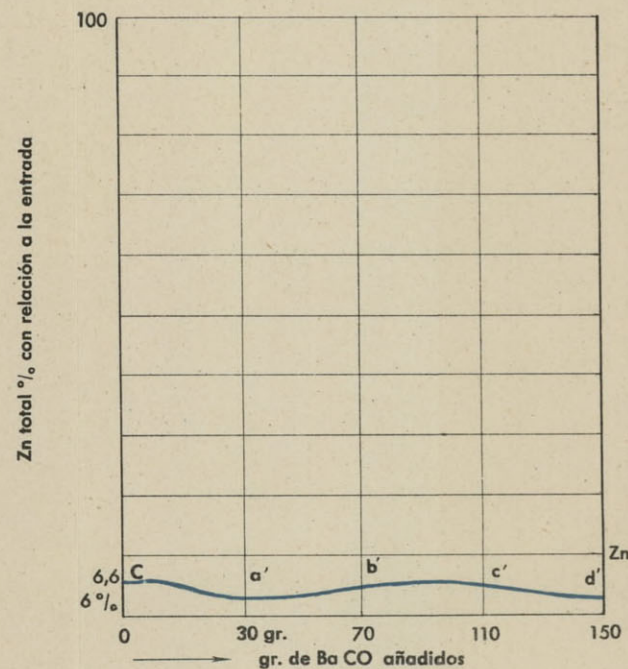
N.º 12

TABLA II - COLUMNA 11



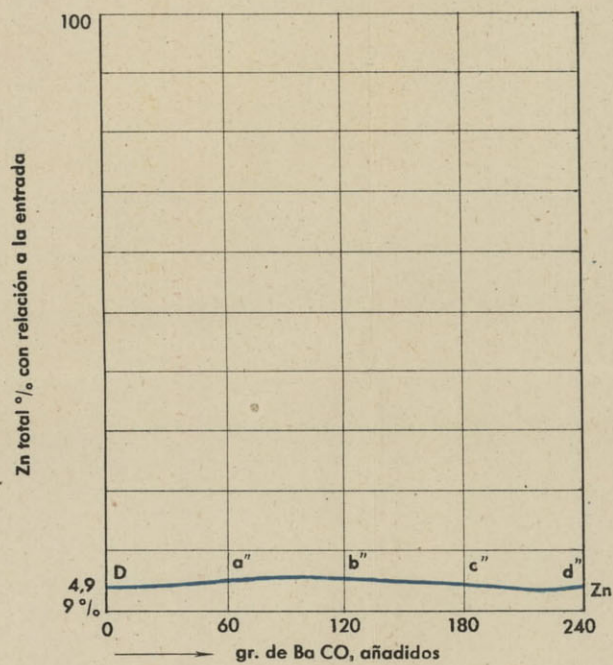
N.º 13

TABLA III - COLUMNA 11



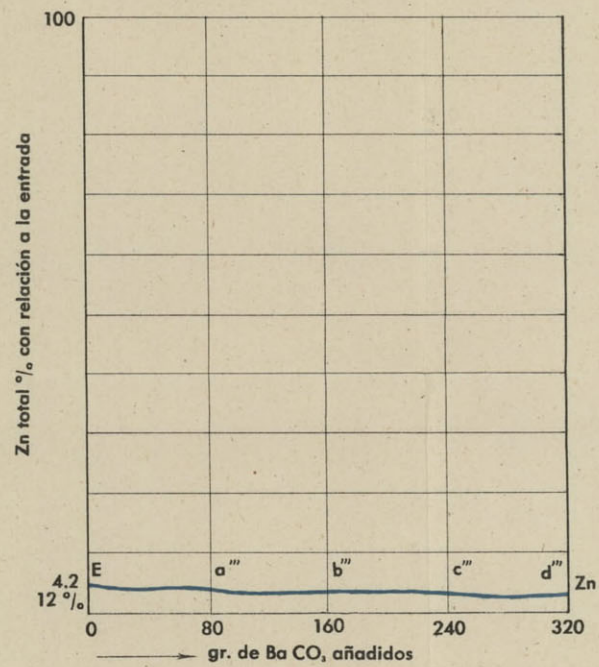
N.º 14

TABLA IV - COLUMNA 11

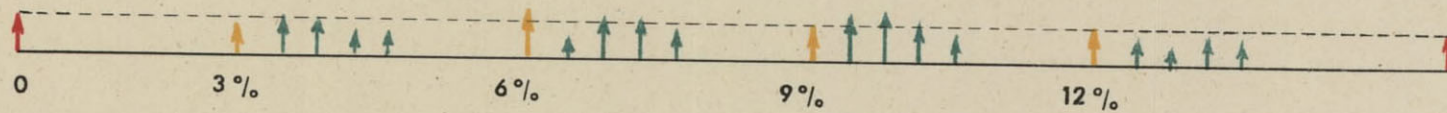


N.º 15

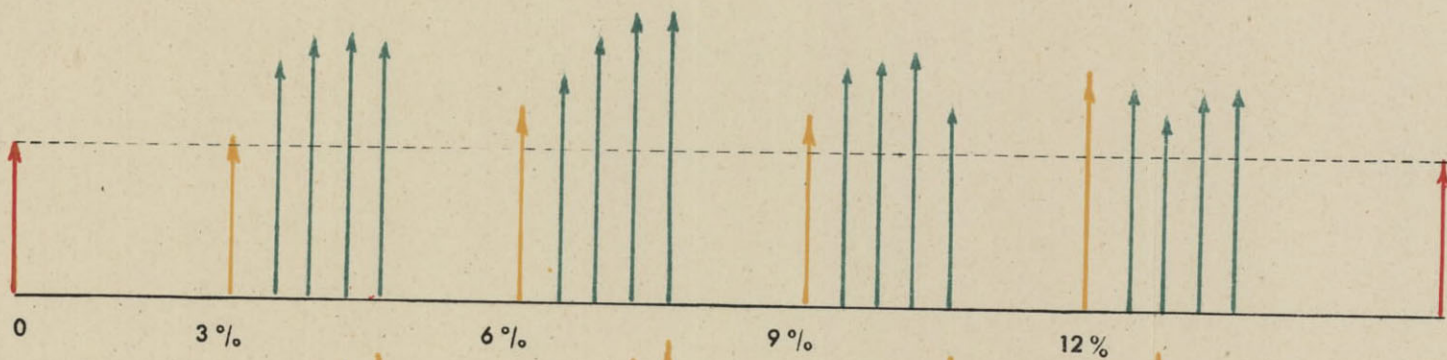
TABLA V - COLUMNA 11



N.º 16

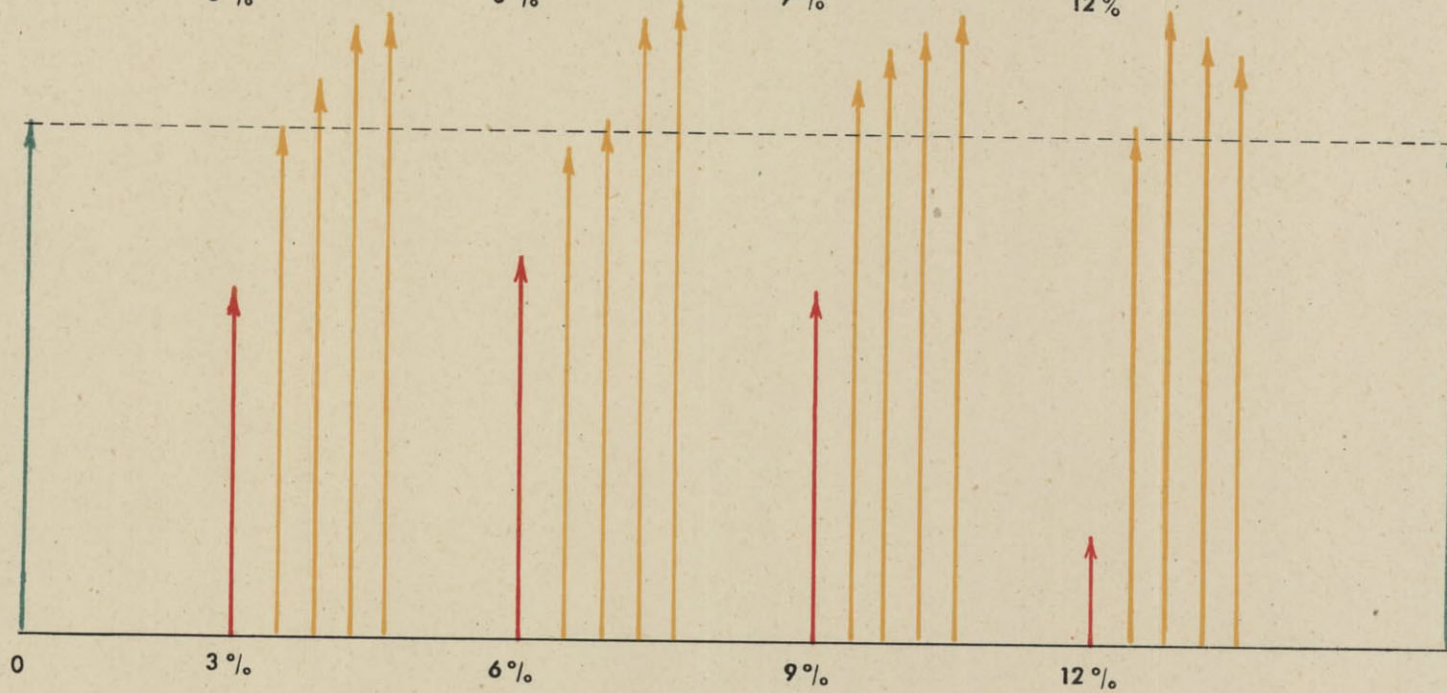


% de Zn en concentrados de Pb.



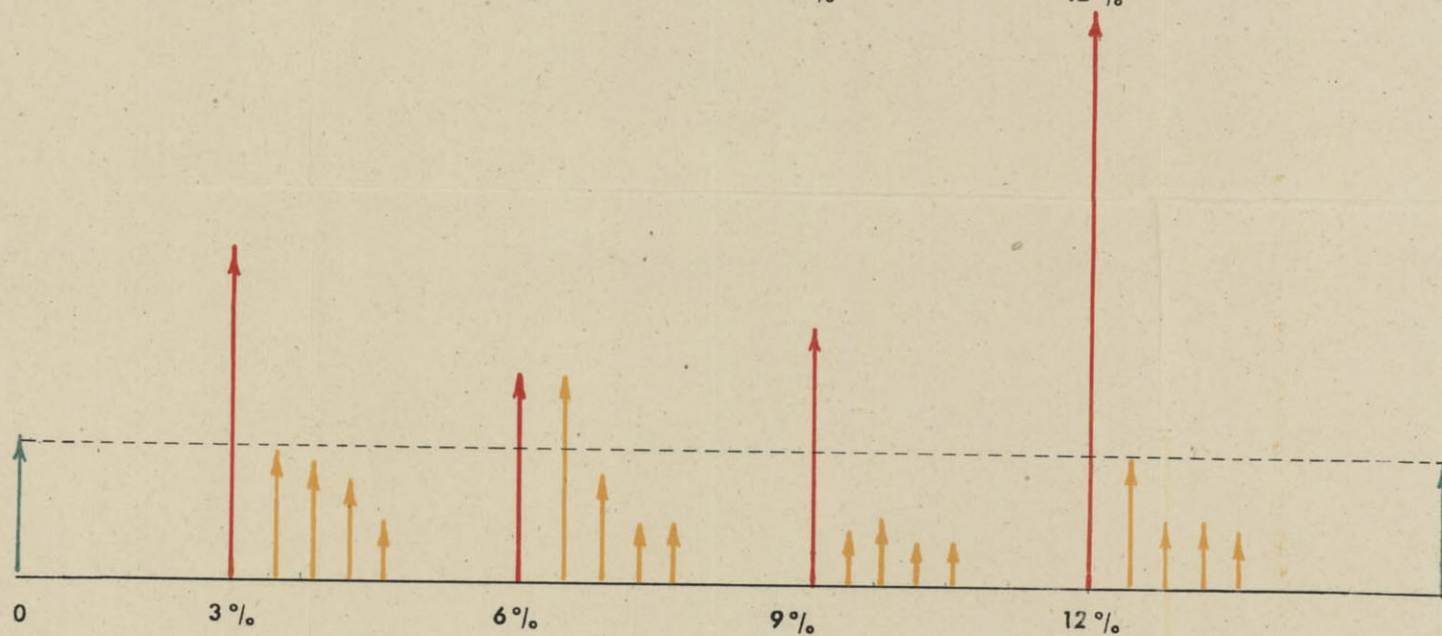
% de Pb en los concentrados de galena con relación al total de entrada.

- Mineral.
- Mineral con yeso.
- Mineral con yeso más Ba CO₃.



% de Zn en los concentrados de blenda con relación al Zn total de entrada.

- Mineral.
- Mineral con yeso.
- Mineral con yeso más Ba CO₃.



% de Zn en los estériles con relación a la entrada.

- Mineral.
- Mineral con yeso.
- Mineral con yeso más Ba CO₃.

Los mixtos de Pb-Zn y los de Zn-Fe, no los hemos analizado, solamente recogimos su peso, para hallar luego por diferencia, unidos a la suma de los otros concentrados, el peso del estéril y poder calcular el Zn total que se pierde.

Hacemos notar que hemos llevado el control del pH en todas las flotaciones, como se ve consignado en las Tablas, habiendo observado que un pH mayor de 8,7 a 8,9 es perjudicial a la flotación de los sulfuros, siendo en nuestro trabajo el de 8,2 a 8,3 el más favorable.

Para el control del pH, hemos utilizado un buen aparato colorimétrico graduado de dos en dos décimas.

Tomando una pequeña porción del turbio a la salida de la máquina, hemos filtrado y en este filtrado en tubo de ensayo con envase, hemos echado una cantidad medida del indicador correspondiente. Mirando luego por comparación las escalas colorimétricas de pH conocido y fijo, hemos determinado el pH correspondiente a cada flotación.

En algunos casos hemos tomado el pH a la entrada y a la salida de la máquina (de la pulpa), pero la variación ha sido muy pequeña.

Distintos procedimientos se han aconsejado para limpiar a los sulfuros de su oxidación superficial antes de someterlos a flotación (25). Si fijamos la atención en cualquiera de las gráficas y especialmente en la final de trazos verticales, podemos observar, que con el BaCO_3 no sólo hemos conseguido eliminar la influencia del yeso, sino obtener en el mismo mineral un rendimiento mayor que el obtenido del mineral flotado sin añadirle ninguna cantidad de yeso, lo cual prueba que con el carbonato bórico hemos librado a los sulfuros de los productos de su oxidación superficial, que ordinariamente son sulfatos.

Nuestro estudio experimental, nos permite prever, para un mineral sulfurado que contenga yeso o sulfatos,

en una proporción determinada, la cantidad de carbonato bórico que será conveniente añadir para conseguir la eliminación y aumentar la flotabilidad de los sulfuros.

El empleo del BaCO_3 puede llegar a ser una realización industrial para el mejoramiento de la flotación de las menas sulfuradas, pues desde el punto de vista económico la mejora que se obtiene compensará con creces los gastos que puedan originarse; además es un producto corriente e incluso se encuentra abundante en la naturaleza.

CONCLUSIONES

De los trabajos que hasta ahora hemos realizado establecemos las siguientes conclusiones:

1.^a La existencia del yeso en menas sulfuradas, por efecto de la vitriolización de los sulfuros, es un hecho real y especialmente en los sulfuros complejos pobres de menas descompuestas, factor que habrá que tener en cuenta en flotación diferencial.

2.^a El yeso en la flotación de los sulfuros no sólo influye por su parte soluble sino también facilitando la formación de lodos de flotación que, al depositarse sobre la superficie de los sulfuros en la pulpa, dificulta su flotabilidad.

3.^a La acción del yeso es extraordinariamente nociva en la flotación de la blenda y no perjudica la flotación de la galena. Esta experiencia da margen para investigar la relación que puede tener la estructura cristalina con la flotabilidad de minerales, puesto que es lógico que si los fenómenos de flotación residen en las propiedades superficiales influenciadas por la molienda fina del mineral, la disposición atómica de la superficie tendrá que desempeñar un papel importantísimo.

4.^a La acción del carbonato bórico en la flotación de

minerales sulfurados, que contienen yeso, es francamente favorable y hace subir en los concentrados el tanto por ciento del metal en una proporción inesperada.

5.^a La acción del carbonato bórico en la flotación de menas sulfuradas elimina, en general, los sulfatos que hayan podido producirse por oxidación en la superficie de los sulfuros, dejando estas superficies libres para que los colectores puedan actuar de un modo más favorable.

6.^a España tendría un resurgir minero si diera a la flotación de minerales la importancia que tiene, y, además, podría aprovechar las escombreras de sus minas ya explotadas.

* * *

Tenemos en estudio otros problemas de flotación, que daremos a conocer en notas sucesivas.

Abrigamos la esperanza de que España, verá un próximo resurgir en la explotación de sus reservas minerales, cuando establezca una amplia coordinación entre el trabajo del laboratorio con fundamentos científicos y los procesos químicos industriales, cuando se formen grandes compañías nacionales, con una aportación técnica y financiera del Estado, que sin entorpecer la actividad de las empresas, velase por la debida subordinación de todas ellas a los supremos intereses de la PATRIA.

Expresamos nuestra gratitud al profesor Jimeno y a los Ingenieros y Químicos de Reocín, por las facilidades que nos han dado, para visitar el lavadero de flotación de Torres y poder trabajar en el laboratorio de Reocín; al Ingeniero Director del Lavadero Gorguel, de la Sierra de Cartagena, y a todos los colegas del Laboratorio de Química Inorgánica, donde se ha realizado la mayor parte de este trabajo.

Madrid, septiembre de 1942.

ÍNDICE BIBLIOGRÁFICO

Principales obras y revistas consultadas:

- (1) GAUDIN (A. M.).—«Flotation».—New York y London, 1937.
- (2) PETERSEN (M. W.).—«Flottation».—Paris, 1938.
- (3) MEYER (E. W.) y SCHZANZ (H.).—«Flotation».—1932. H. Leipzig.
- (4) RABONE (P.).—«Flotation Plan Practice».—London, 1939.
- (5) F. K. TH. VAN ITERSON.—«Separation of substances by flotation».—Koninklike Akademie Van Wetenschappen te Amsterdam, 1937.
- (6) JIMENO GIL (E.).—«Metales no ferrosos y su futuro desarrollo en España».—Barcelona, 1940.
- (7) BÁRCENA y Díez.—«Concentración de Menas».—Bilbao, 1929.
- (8) CHATAIGNON (M.).—«Fundamentals of Flotation Methods and Reagents».—Mine & Quarry Engineering. Londres, 1937.
- (9) GAUDIN (A. M.).—«Control of Flotation».—Engng Ming J., 1928.
- (10) RABONE.—«Modern Methods of Flotation».—The Mining Magazine, 1937.

- (11) MALINOWEKI (A.).—Sur l'oxidation de les minerais sulfures dans le broyage fin.—Nicht Eisenmetalle 4,38-1933. II. 2.273. C., 1934.
- (12) MC. LACHLAN (G. G.).—«Sals solubles dans l'eau de flottation dans le prodedé Nacozari et leus action sur la Flottation».—Praxis. der Schwimmaufbereitung, 1928, 235.
- (13) ENGEL (A. L.).—«Les avantages du lavage du produit a traiter dans la Flottation».—Mming met 12, 234 (1932).
- (14) HAHN (A. W.).—«Eliminattion de l'influence nuisible des sels solubles dans la flotattion».—Engng Min J. 123.449, 1927.
- (15) MC. DERMID (A. J.).—«Les calcaires dans l'eau de preparation».—Engng min World 1.675, 1930.
- (16) KAY (N. H.).—«Las sales solubles como reactivos de flotation».—Engng Min J., 128.910, 1929.
- (17) TAKAHASHI (K.).—«Flotation of Gold and Silver ores». J. of The Ningag Institute of Japan, nov. 1936.
- (18) TAKAHASHI (K.).—«The Role of the Microscope in Ore dessing».—American Cyenamide Co. 3, 1935.
- (19) MC. KENNA (J.).—«Miling Methodes at the Pb-Zn Concentrator of the International Smelting».—Co. Toolle Utah. I. C. 6.758 U. S. Bureau of minas. 1934.
- (20) SANNA MATUTTA (L.).—«Preparazione Meccanica dei minerali».—Milan, 1938.
- (21) MC. LACHLAN (C. G.).—«Explication de la Flottation par les rayons X, ou de Röntgen».—Engng minas J. 120.408, 1925.
- (22) DEL FRESNO (C.).—«Sobre las teorías de flotación».—Conferencias en la Universidad de Oviedo. Agosto, 1942.

- (23) FITT (U. C.).—«Flotation».—Michigan Colege of mining of and Metalurgique Industrial and Egieneer-nig Chemestri. Mayo, 1940.
- (24) RICKARD.—«The Crippe Ceek Volcans Trnas».—Ins. Amer. Ins. Min. Eng. Fev, 1904.
- (25) TRTSIG.—«Purification de la surface des minerals que surnagent avant la flottation par electrolys».—D. R. F. 477.950, du 30, 5, 1929.
- (26) GUARDIOLA.—«Un estudio sobre la Sierra de Cartagena».—Bol. Inst. Geol. y Minero.

ÍNDICE

| | <u>Página</u> |
|---|---------------|
| INTRODUCCION | 3 |
| I.—CONCEPTOS TEORICOS | 5 |
| A) Clases de flotación. | 6 |
| B) Teorías sobre la flotación. | 7 |
| C) Reactivos de flotación | 9 |
| 1) Colectores. | 9 |
| 2) Reactivos espumantes..... | 10 |
| 3) Agentes activadores | 11 |
| 4) Reactivos depresores | 12 |
| 5) Reactivos reforzadores | 13 |
| 6) Reguladores del pH. | 13 |
| D) Métodos. | 14 |
| E) El microscopio en flotación..... | 14 |
| F) Lavaderos de flotación diferencial en España para minerales sulfurados. | 15 |
| 1) Lavadero de flotación diferencial de Torres (Reocín, Torrelavega. Santander)..... | 16 |
| 2) Lavadero Gorguel de flotación diferencial (Sierra de Cartagena. Minas del Concilio y Regente)..... | 19 |
| 3) Lavadero de flotación diferencial de piritas ferrocobrizas de Riotinto (Huelva) | 25 |
| G) Influencia de las sales solubles en la flotación de los sulfuros | 26 |
| H) Gangas que suelen acompañar a los minerales sulfurados.. | 29 |
| II.—PARTE EXPERIMENTAL. | 33 |
| A) Aparato de flotación de nuestros ensayos | 33 |
| B) Análisis del mineral de Cartagena (Minas del Concilio y Regente) | 35 |

| | |
|--|----|
| C) Manera de realizar nuestros ensayos..... | 39 |
| Preparación de las muestras a la valoración del zinc... | 40 |
| Valoración del zinc al estado de sulfuro..... | 41 |
| Preparación de las muestras a la valoración electrolítica del plomo..... | 42 |
| Valoración del plomo con molibdato amónico..... | 43 |
| Preparación del mineral a la valoración | 43 |
| Resultado de uno de nuestros ensayos previos..... | 44 |
| Control de la flotación para el Zn..... | 45 |
| D) Acción específica del yeso en la flotación de los sulfuros de plomo y de zinc..... | 46 |
| 1) Tablas con los resultados experimentales. | 48 |
| 2) Gráficas | 49 |
| 3) Comentarios | 52 |
| CONCLUSIONES. | 55 |
| INDICE BIBLIOGRAFICO | 57 |

NECESIDAD
DEL
ESTUDIO SISTEMÁTICO DE CONJUNTO
DE LAS
CUENCAS HIDROLÓGICAS
SUBTERRÁNEAS

POR

FERNANDO BENITO

INGENIERO DE MINAS

I
GENERALIDADES

Aguas torrenciales anuales

Las irregularidades de las precipitaciones atmosféricas del agua sobre nuestra península y el carácter torrencial de sus ríos, se manifiestan patentemente en la relación siguiente:

| | MILLONES DE METROS CUBICOS | | |
|---|------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| | Aguas totales anuales medias | Crecidas torrenciales | |
| | | Sobre el caudal regular medio | Tanto por 100 del caudal total |
| Cuenca alta del Ebro hasta Miranda. | 2.940 | 984 | 35,5 |
| Río Arga, hasta Peralta | 1.750 | 640 | 36,6 |
| > Irati, hasta Llédena | 1.290 | 459 | 35,6 |
| > Salazar, hasta Aspurz | 286 | 114 | 40,1 |
| > Ega, hasta Andosilla | 440 | 141 | 32,3 |
| > Guadalope, hasta Alcañiz | 312 | 97 | 31,3 |
| > Noguera Pallaresa, hasta Pobla de Segur | 1.167 | 342 | 29,3 |
| > Ara, hasta Jánovas | 976 | 258 | 26,5 |
| > Noguera Ribagorzana, hasta Montañana | 860 | 213 | 25,0 |
| > Segre, hasta Lérida | 3.070 | 778 | 25,0 |
| > Aragón, hasta Caparroso | 3.270 | 797 | 24,6 |
| > Cinca, hasta Puente el Grado | 1.415 | 337 | 23,0 |
| > Gállego, hasta Puendeluna | 1.300 | 289 | 22,15 |
| > Esera, hasta La Presa | 950 | 206 | 21,7 |
| TOTAL AGUAS TORRENCIALES | | 5.655 | |

La anterior relación de las irregularidades de los ríos de la cuenca del Ebro es alarmante, porque alcanza cifras muy elevadas, no obstante la influencia reguladora de los heleros y nieves del Pirineo. La irregularidad se acentúa en el resto de las cuencas de los ríos de la Península que carecen, casi totalmente, de la influencia reguladora de las nieves de las altas montañas.

| | MILLONES DE METROS CUBICOS | | |
|--|----------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| | Aguas totales | Crecidas torrenciales | |
| | | Sobre el caudal regular medio | Tanto por ciento del caudal total |
| Río Júcar, hasta Cuenca | 358 | 90 | 24,7 % |
| » Serpis, hasta Lorcha | 104 | 32 | 26,3 |
| » Segura, hasta Guardamar | 401 | 119 | 37,7 |
| » Guadiaro, hasta El Colmenar | 383 | 115 | 34,1 |
| Cuenca alta del Guadalquivir | 5.740 | 2.197 | 38,0 |
| Río Guadajoz, hasta Valchillón | 404 | 193 | 42,0 |
| » Guadalmellato | 154 | 85 | 51,0 |
| » Guadiana Menor, hasta El Pósito | 497 | 155 | 29,0 |
| » Guadalimar, hasta Corral Rubio | 770 | 224 | 27,0 |
| » Genil, hasta Puente Genil | 1.107 | 242 | 21,0 |
| » Guadiana, hasta Puente de Palmas | 2.260 | 1.016 | 42,6 |
| » Tajo, hasta Alcántara | 4.066 | 1.348 | 32,5 |
| » Tiétar, hasta Rosarito | 816 | 340 | 39,0 |
| » Alagón, hasta Alcántara | 1.754 | 639 | 36,4 |
| » Jarama, hasta Vaciamadrid | 1.198 | 420 | 35,0 |
| » Alberche, hasta Aldea del Fresno | 464 | 134 | 30,0 |
| » Henares, hasta Humanes | 376 | 101 | 26,0 |
| » Duero, hasta Toro | 4.883 | 1.555 | 31,0 |
| » Luna, hasta La Magdalena | 456 | 136 | 30,0 |
| » Pisuerga, hasta Alar del Rey | 317 | 125 | 36,0 |
| » Miño, hasta Lugo | 1.423 | 503 | 35,4 |
| » Sil, hasta Rúa-Petín | 2.701 | 907 | 33,5 |
| » Miño, hasta Orense | 7.610 | 2.325 | 30,4 |
| » Nalón, hasta Puente Peñafior | 2.144 | 706 | 32,5 |
| AGUAS TORRENCIALES, TOTALES... | | 13.204 | |

No se han consignado los ríos cuya irregularidad torrencial no rebasa el 20 %.

Es de imperiosa necesidad cortar el paso y detener a las masas de agua torrenciales antes consignadas, para evitar los daños que ocasionan en su descenso en alud hacia el mar, de los cuales el de más graves consecuencias es el arrastre de la tierra vegetal, y ha de disponerse de depósitos superficiales o subterráneos donde alojarlas, que al desaguar paulatinamente regularicen el régimen de los ríos para su mejor aprovechamiento.

Ciclo de períodos alternativos, lluviosos y secos

De la misma importancia es regularizar, con los excedentes de agua de los años lluviosos, la escasez de los años subsiguientes de sequía. Para fijar las ideas admitiremos que el ciclo completo es de ocho años, tres lluviosos seguidos de tres de sequía, separados por un año de lluvia media.

El caudal anual medio que vierten los ríos de la península en el mar es de:

| | | |
|------------------------------|---------------|-----------------------------|
| Vertiente mediterránea | 25.000 | millones de metros cúbicos. |
| » atlántica | 31.000 | » » » » |
| » cantábrica | 4.000 | » » » » |
| TOTAL | 60.000 | » » » » |

Los 60 kilómetros cúbicos antedichos de agua, se distribuyen, según su régimen de circulación, de la manera siguiente:

| | | |
|--------------------------------------|-----------|--------------------|
| Aguas de circulación regular | 40 | kilómetros cúbicos |
| Aguas de crecidas torrenciales | 20 | » » |
| TOTAL | 60 | » » |

Para formarse idea de la antedicha cifra consignaremos que el Ebro, con los 17 kilómetros cúbicos de agua que anualmente vierte en el Mediterráneo, como término medio, significa algo más de la cuarta parte de la cantidad de agua anual que vierten los ríos peninsulares en el mar.

Pero en los años de máximas lluvias, los ríos vierten al mar un caudal una mitad mayor.

| | | |
|--|-----------|--------------------|
| Aguas de circulación regular | 60 | kilómetros cúbicos |
| Aguas torrenciales | 30 | » |
| TOTAL | 90 | » |

Mientras que en los años de sequía extremada el caudal de los ríos desciende a la mitad de la media normal, o sea

| | | |
|--|-----------|--------------------|
| Aguas de circulación regular | 20 | kilómetros cúbicos |
| Aguas torrenciales | 10 | » |
| TOTAL | 30 | » |

Por lo tanto, aunque para la regulación de las aguas torrenciales anuales bastaría con detener y almacenar durante unos meses los 30.000 millones de metros cúbicos de aguas torrenciales, de los años de máximas lluvias, para la regulación del ciclo de lluvias y sequías, será necesario almacenar durante varios años las siguientes cantidades de aguas, como mínimo:

| | | |
|-------------------------------------|-----------|--------------------|
| Primer año lluvioso del ciclo: | | |
| Caudal = 75 — 60 del caudal medio . | 15 | kilómetros cúbicos |
| Segundo año de máximas lluvias: | | |
| Caudal = 90 — 60 del caudal medio . | 30 | » |
| Tercer año de período lluvioso: | | |
| Caudal = 75 — 60 del caudal medio . | 15 | » |
| TOTAL | 60 | » |

Capacidad de las cuencas hidrogeológicas subterráneas

Para ello disponemos de la capacidad de las cuencas hidráulicas subterráneas, que se extienden bajo los 490 mil kilómetros cuadrados de superficie de la parte española de la Península, que está integrada por los distintos terrenos geológicos de la manera siguiente:

| | Kilómetros cuadrados |
|--|----------------------|
| Terrenos hipogénicos: Recubiertos en gran parte por arenazos procedentes de la descomposición superficial de la roca | 49.000 |
| Terrenos azoicos: Neis, micacitas, etcétera | 10.000 |
| Terrenos primarios: Pizarras, cuarcitas, areniscas, calizas, etcétera | 120.000 |
| Terrenos secundarios: Areniscas, calizas, margas | 93.000 |
| Terrenos terciarios: Arcillas, yesos, maciños, gredas, calizas, etcétera | 169.000 |
| Terrenos cuaternarios: Conglomerados, arenas, aluviones, etcétera | 49.000 |
| TOTAL | 490.000 |

Las masas de rocas de la Península que, como hemos dicho, tienen una superficie al nivel del mar de 490.000 kilómetros cuadrados, forman un macizo continental de una altura media considerable de 650 a 700 metros sobre el mar, puesto que a los 500 metros de altitud su superficie es de unos 300.000 kilómetros cuadrados y a los 1.000 metros de altura aun alcanza unos 80.000 kilómetros cuadrados.

Dicha masa continental de rocas, está empapada del agua que los meteoros precipitan sobre su superficie, que se infiltra en el terreno descendiendo hasta que alcanza una zona más o menos profunda que se denomina zona de

saturación, en la cual todos los huecos, intersticios y fisuras de las rocas están llenos de agua.

La superficie del agua de la zona de saturación se denomina superficie hidrostática subterránea y se extiende bajo la superficie del terreno, siguiendo las ondulaciones del relieve de éste, aunque dulcificándolos de manera que ambas superficies aumentan su separación bajo los macizos montañosos y llegan a superponerse coincidiendo en los valles profundos, donde los afloramientos de la zona de saturación dan lugar a los manantiales. En los litorales la superficie hidrostática subterránea va aproximándose a la del terreno conforme se desciende hacia las costas en las cuales coincide con la superficie del mar.

La separación de las superficies hidrostáticas y del terreno y, por tanto, el grosor de la zona superficial de terreno desecados que se denomina zona de aereación porque los huecos del terreno están llenos de aire, depende del poder retentivo para el agua de la roca, de manera que en las masas de rocas permeables la zona de saturación está situada a más profundidad que en las masas de rocas de menor permeabilidad; pero en general el nivel hidrostático subterráneo no suele estar a más de 30 ó 40 metros de profundidad, pero aun admitiendo como máximo 50 metros, el grosor medio saturado de agua del macizo continental de nuestra Península será como mínimo de 600 metros y el volumen de rocas saturadas de agua sobre el nivel del mar será: $490.000 \text{ kms. cuadrados} \times 0,6 \text{ kms.} = 294.000 \text{ kms. cúbicos}$ de una capacidad para el alojamiento de agua de

$$294.000 \times 3 \% = 8.820 \text{ kilómetros cúbicos}$$

admitiendo un coeficiente mínimo medio de huecos de las rocas de un 3 %. Lo que significa que el agua subterránea

almacenada bajo la Península equivale a la que sus ríos vierten al mar durante ciento cuarenta y siete años.

Sin embargo, la mayor parte de la antedicha masa de agua es inerte, como lo es la que satura a los terrenos situados bajo el nivel del mar, pues solamente las aguas subterráneas de las cúpulas y regiones de cotas altas de la zona de saturación disponen de altura suficiente para vencer las resistencias que el terreno opone a su circulación en su descenso hacia las regiones bajas, para surgir en definitiva por los manantiales o bajo los mares.

No obstante, es evidente la importancia de las masas de aguas subterráneas que el subsuelo contiene y que circulan por los terrenos permeables, que conectados entre sí por contacto directo o por medio de fallas, diques de rocas hipogénicas o accidentes tectónicos, constituyen las redes de circulación de las aguas en las cuencas hidrogeológicas subterráneas, que difieren de las redes fluviales en la misma medida en que difieren los cauces geológicos de las primeras de los cauces topográficos de las segundas.

La masa del cuerpo de las cuencas hidrogeológicas, está constituida por las rocas que más abundan, que son las impermeables o poco permeables como las arcillas, las pizarras, margas, yesos y, en general, todos los terrenos plásticos, así como las rocas compactas no dislocadas. Dichas rocas constituyen, por sus grandes volúmenes, inmensos depósitos de agua, no obstante la reducida proporción de huecos de algunas de ellas y, por tanto, su escasa capacidad para el almacenamiento del agua.

Dichos volúmenes de agua se mantendrían inertes embebidos en estas rocas de gran poder retentivo del agua si al cuerpo de las cuencas no le diera vida la red de terrenos permeables, antes descrita, intercalados e imbricados entre los impermeables, red que se extiende y ramifica por

toda la masa impermeable de la cuenca a manera de una red arterial que drena sus aguas, poniendo en movimiento grandes caudales, gracias a la gran extensión de la superficie de drenaje, que las redes de los terrenos permeables integran dentro de las cuencas, no obstante la lentitud con que los terrenos impermeables exudan sus aguas.

Los terrenos permeables de la red de circulación de las aguas de las cuencas hidrogeológicas, no son solamente las rocas o formaciones permeables como las calizas cavernosas, los aluviones, las areniscas de grano grueso, los arenazos de la descomposición de las rocas eruptivas, las tobas, etc., sino también las rocas compactas constitutivamente impermeables como las calizas, cuarcitas, areniscas y rocas hipogénicas, que por su escasa plasticidad no han podido deformarse ni plegarse bajo los esfuerzos tectónicos de la localidad, y han adquirido permeabilidad al ser dislocadas por dichos esfuerzos, agrietándose por sus lisos y cruceros y surcándose de litoclasas de todo género. El mismo fenómeno de agrietamiento produce en las rocas eruptivas las contracciones de enfriamiento de sus masas.

Los depósitos permeables de la red de circulación de aguas de las cuencas, desaguan por los manantiales y son los que los alumbradores de aguas buscan porque por su permeabilidad y por formar parte del torrente circulatorio de la cuenca, rinden grandes caudales por pequeña que sea la superficie de drenaje conseguida en la roca del depósito acuífero subterráneo con las labores mineras del alumbramiento; pero son de mayor importancia aún los depósitos del cuerpo de la cuenca constituidos por los terrenos poco permeables de resudado lento de sus aguas, tanto por los mayores volúmenes que almacenan, como por su función reguladora de la circulación del agua en la cuenca.

Alumbramientos de centenares de metros de galería de

mina en arcillas saturadas de agua son infructuosos y, en cambio, pocos metros de galería en un aluvión rinden grandes caudales. La diferencia no está en que las capacidades para el almacenamiento del agua de dichos terrenos sea distinta, puesto que ambos tienen el mismo coeficiente de huecos del 30 al 35 %, por estar constituidos por elementos sueltos, sino en que los huecos de los aluviones son de dimensiones amplias que permiten fácilmente la circulación del agua y en cambio los huecos intersticiales de las arcillas son subcapilares y ceden sus aguas sólo por evaporación mediante una prolongada desecación.

Los depósitos de las cuencas hidrogeológicas están llenos permanentemente de agua, si bien por el desagüe constante a que están sometidos por el drenaje que en ellos ejerce la red de circulación de la cuenca, el nivel hidrostático subterráneo de ésta fluctúa, descendiendo en las épocas de sequía en que la alimentación de la cuenca es menor que su desagüe y ascendiendo en las épocas lluviosas.

Con el plan de alimentación forzada de las cuencas subterráneas que estudiamos, se trata no sólo de favorecer la infiltración en el subsuelo de las aguas meteóricas por medio de un programa persistentemente desarrollado, de repoblación forestal de las cabeceras de las cuencas fluviales, para lograr la extinción de los torrentes y la restauración de las montañas, en cumplimiento de los Reales Decretos de 3 de febrero de 1888, 16 de diciembre de 1899 y 7 de junio de 1901, sino de infiltrar también las aguas torrentiales por medio de numerosos espaldones y diques levantados en las torrenteras de terrenos permeables, en las zonas de alimentación de las cuencas subterráneas, que detengan las avenidas de agua y las filtren en el subsuelo por medio de zanjas y galerías filtrantes, perforadas en las laderas permeables de los torrentes. En las zonas de terre-

nos poco permeables, que tengan reducido espesor, deberá recurrirse para sumir el agua en el subsuelo a pocillos que alcancen el terreno permeable infrayacente.

Además, las aguas de los ríos sobrantes de todo aprovechamiento, deberían derivarse y conducirse a regiones de terrenos de gran permeabilidad para su infiltración masiva en el subsuelo.

A pesar de todas las aportaciones de agua antedichas, sólo se elevaría el nivel hidrostático de las cuencas subterráneas en algunos metros, porque como los depósitos de las cuencas ya están llenos, con pocos metros más quedarían repletos y rebosantes dando lugar a multitud de manantiales nuevos que aumentarían la riqueza agrícola del país. No debe abrigarse temor alguno de perder las aguas así confiadas al subsuelo, porque no se trata de abismarlas en simas sin fondo, sino que como hemos visto, no pueden descender en su infiltración más que hasta la zona de saturación, relativamente somera en todos los casos, por lo que en definitiva las aguas infiltradas circularían sobre las actuales superficies hidrostáticas subterráneas a profundidades moderadas.

Por el contrario, la mayor dificultad que se encontrará para la realización del plan que nos ocupa, será acertar a infiltrar las aguas de manera que no surjan prematuramente en cotas bajas próximas, malográndose la finalidad más importante que buscamos, que es la de retenerlas en el subsuelo durante el tiempo necesario para regular su circulación.

De las rocas que constituyen la Península, las micacitas, pizarras arcillosas, arcillas, yesos, margas, etc., forman como hemos dicho los depósitos del cuerpo de las cuencas y admitiremos que integran la mitad de la superficie total de la Península.

Dicha superficie no es, por su poca permeabilidad, utilizable para la infiltración en gran escala del agua meteórica en el subsuelo, por lo que la sobrealimentación de estos depósitos ha de hacerse principalmente mediante la repoblación forestal de su superficie y con numerosas pequeñas obras espaciadas a lo largo de las torrenteras y también indirectamente valiéndose de la red de circulación de aguas de la cuenca, que cuando está bien nutrida, cede aguas al cuerpo de la cuenca; por ello no podemos confiar en forzar la alimentación de estos depósitos lo bastante para recrecer su nivel hidrostático subterráneo en más de unos cinco metros.

Como su superficie es de 245.000 kilómetros cuadrados, el depósito de rocas disponible será de 245.000 kms. cuadrados \times 0,005 kms. = 1.225 kms.³ que alojaría, a razón solamente de un coeficiente medio de huecos del 3 % que admitiremos para estas rocas $1.225 \times 3 \% = 36,75$ kilómetros cúbicos de agua.

Este agua no sería utilizable más que en sus $\frac{2}{3}$, porque el otro tercio queda retenido en las rocas por capilaridad, aunque no se pierde, porque permanece en la roca en espera de la primera nutrición del depósito; sólo se pierde la pequeña parte que se evapora en la lenta circulación del aire subterráneo, de la zona de aereación, comprendida entre el nivel hidrostático subterráneo y la tierra vegetal de la superficie, evaporación que por otra parte beneficia extraordinariamente a la vegetación, llevando a las raicillas de las plantas la humedad del subsuelo. En consecuencia, el volumen utilizable de las antedichas rocas quedaría reducido a 24 kilómetros cúbicos de agua.

De los 245.000 kilómetros cuadrados restantes, admitiremos que 145.000 kilómetros cuadrados están constituidos por rocas de un coeficiente medio en huecos del

7 % y de un poder retentivo medio del agua, como el de las areniscas, rocas hipogénicas, calizas compactas pero fisuradas y toda la serie de rocas que constituyen también depósitos poco permeables de la masa del cuerpo de las cuencas, porque sus fisuras, huecos e intersticios, aunque abundantes, no drenan tampoco por su estrechez el agua con facilidad. Sin embargo, estas rocas pueden ser utilizadas por su permeabilidad relativa, para forzar la alimentación de las cuencas subterráneas, por medio de obras apropiadas para la infiltración del agua en las regiones en que afloran a la superficie del terreno y puede confiarse en que, por su poder retentivo, admitirían un recrecimiento de su nivel hidrostático de unos 10 metros como mínimo, con lo cual el volumen de roca disponible sería de:

$$145.000 \text{ kms.}^2 \times 0,01 = 1.450 \text{ kms.}^3, \text{ que alojarían}$$

$$1.450 \text{ kms.}^3 \times 7 \% = 101 \text{ kms.}^3 \text{ de agua}$$

De esta cantidad sería utilizable unos $\frac{3}{4}$, porque el cuarto restante, quedaría retenido en las rocas por capilaridad; por lo que en definitiva sólo se dispondría de unos 75 kilómetros cúbicos.

Los 100.000 kilómetros cuadrados restantes de la península, integrados por calizas fisuradas y cavernosas, areniscas gruesas, aluviones y todas las rocas dislocadas y surcadas de litoclasas, que constituyen los depósitos de la red de circulación de aguas de las cuencas, aunque tienen un alto coeficiente de huecos, admitiremos solamente el 15 % como medio; en cambio como el poder retentivo de estas rocas para el agua no es tan grande, reduciremos a cinco metros de altura, el recrecimiento de sus niveles acuíferos, con lo cual el volumen disponible de rocas sería

$$100.000 \text{ kms.}^2 \times 0,005 = 500 \text{ kms.}^3 \text{ con una capacidad de}$$

$$500 \text{ kms.}^3 \times 15 \% = 75 \text{ kms.}^3 \text{ de agua}$$

En resumen resulta que:

| | Propios para la regulación | |
|---|---|--|
| | De las crecidas torrenciales anuales — Kilómetros cúbicos | Del ciclo de llu- vias y sequías — Kilómetros cúbicos |
| Capacidad de los depósitos de la masa de terrenos del cuerpo de las cuencas de gran poder retentivo del agua, por la lentitud con que la exudan | | 24 |
| Id. id. de poder retentivo medio | | 75 |
| Capacidad de los depósitos de los terrenos permeables de la red de circulación del agua en las cuencas, de poder retentivo escaso. | 75 | |
| TOTALES | 75 | 99 |

Vemos en consecuencia, que los depósitos de las cuencas hidrogeológicas rebasan ampliamente los volúmenes necesarios para alojar los 30 kilómetros cúbicos de aguas torrenciales anuales y los 60 kilómetros cúbicos necesarios para alojar las aguas de regulación del ciclo de lluvias y sequías.

No existe contradicción entre las antedichas cifras de huecos y la más reducida del 3 % que hemos adoptado para cifrar el coeficiente medio de huecos de las rocas del macizo continental de nuestra Península, porque ahora nos referimos a las regiones superficiales donde las rocas, por estar más dislocadas, son mucho más porosas que las profundas, cuya masa global es mucho mayor y tienen como coeficiente de oquedad del 1 al 2 %.

Poder retentivo de las cuencas hidráulicas subterráneas

Queda por comprobar, si las cuencas hidrogeológicas tienen poder retentivo del agua bastante para confiarles la misión reguladora a largo plazo, de los ocho años de duración del ciclo lluvioso y de sequías alternadas. Para ello consignaremos que la velocidad v_i de infiltración del agua verticalmente en el subsuelo, bajo la acción exclusiva de la gravedad y prescindiendo de los fenómenos de capilaridad, que la perturban, pero no la modifican, es de:

| | | |
|---|------|-----------------|
| En los aluviones de gravas y arenas | 33 | mm. por segundo |
| Arenazos | 10 | » » » |
| Arenas de grueso medio | 2,5 | » » » |
| Arenas finas | 0,5 | » » » |
| Areniscas | 0,15 | » » » |

Dichas velocidades son las que toma el agua, cuando atraviesa un terreno bajo una altura de carga, medida en columna de agua igual al espesor de aquél, puesto que la altura que pierde el agua en su descenso al infiltrarse verticalmente en el terreno, se invierte íntegramente en vencer sus rozamientos en los intersticios de las rocas que atraviesa, ya que la pequeña parte de carga que se invierte en comunicar al agua su velocidad de circulación, es despreciable por la pequeñez de estas velocidades. La fórmula de Coulomb: $h = (a \cdot v + b v^2) \times l$ que expresa la ley de la circulación del agua por tuberías, en la que h es la altura de carga del agua, v su velocidad, l la longitud de la tubería, y a y b dos coeficientes específicos, se reduce para los conductos muy estrechos (similares a los caminos intersticiales que entre las rocas sigue el agua en su circulación subterránea)

a la fórmula $h = a v l$ porque el término $b v^2$, que expresa la pérdida de carga ocasionada por los torbellinos en los movimientos tumultuosos del agua en las conducciones; en nuestro caso no se producen y de producirse su valor es casi nulo, por la pequeñez de las velocidades.

En dicha fórmula el coeficiente a expresa la pérdida de carga sufrida por rozamientos del agua con las paredes del conducto, a la unidad de velocidad y por unidad de camino recorrido.

La velocidad del agua en los terrenos será por tanto:

$$v = \frac{h}{a l}$$

y la de infiltración natural que estudiamos, en que h y l son iguales será $v_i = \frac{1}{a}$, es decir, inversa al coeficiente a de la fórmula de Coulomb.

La velocidad, por tanto, con que circula un horizonte acuífero subterráneo de pendiente

$$\frac{h}{l} = \frac{1}{10}$$

por ejemplo, muy frecuente en el buzamiento de los mantos acuíferos, comprendidos entre los estratos geológicos del terreno, será:

$$v = \frac{h}{a l} = v_i \frac{1}{10}$$

es decir, una décima parte de la velocidad de infiltración, por lo que se deduce, que las velocidades más frecuentes del agua subterránea en los ciclos de sus redes permeables de circulación, que es en donde alcanza mayores velocidades, son de décimas de milímetros por segundo solamente.

Lo antedicho demuestra el gran poder retentivo de las cuencas hidrogeológicas subterráneas, por las que el agua circula con tal lentitud, que la infiltrada en un día de lluvia en un aluvión de pendiente 1/1.000, le cuesta un año avanzar un kilómetro a lo largo del aluvión.

Posibilidad de la utilización de las cuencas hidrogeológicas subterráneas para regular la circulación fluvial

Vemos, pues, que el problema de regularizar la circulación de las aguas tiene una posible solución, utilizando los grandes depósitos geológicos de las cuencas hidráulicas subterráneas, aunque ello no excluye el empleo de pantanos reguladores escalonados a lo largo de los cursos de agua en las regiones impermeables del terreno, donde no resulte posible por su espesor, alcanzar por medio de pozos el terreno permeable infrayacente para sumir en él las aguas, ni económica su conducción por medio de canales a las regiones permeables próximas; pero en todos los casos en que sea fácil la infiltración en el subsuelo de las masas de agua sobrantes, debe preferirse su almacenamiento en las cuencas hidráulicas subterráneas al abrigo de la evaporación.

La regulación por medio de pantanos escalonados en los valles, es inadecuada para la resolución total del problema, porque la construcción de los pantanos necesarios para integrar los inmensos volúmenes de depósitos requeridos, resulta una tarea sobrehumana y con la extensa superficie que el conjunto de los pantanos ofrecería a la intensa evaporación de nuestro país, más se regularía el

grado de humedad atmosférico, que la circulación de las aguas continentales.

Admitiendo una precipitación media de aguas meteorológicas, de poco más de 400 mm. de altura, sobre los 490.000 kilómetros cuadrados de la Península, el agua que anualmente recibe ésta es de 200 kilómetros cúbicos.

Como hemos visto, el agua que los ríos vierten anualmente al mar, es como término medio 60 kilómetros cúbicos, que representan el 30 % del agua total precipitada.

Para la evaporación, en nuestro país tan intensa, debemos admitir un coeficiente del 50 % por lo menos, algo superior a la cifra del 40 %, en que generalmente se valora en otros países.

Con los datos anteriores, podemos intentar el balance siguiente de la distribución de las aguas meteorológicas:

Distribución de las aguas meteóricas

| | | Desagües por los ríos en el mar | Evaporación | Desagüe submarino |
|--|---|--|---------------------|--------------------|
| Aguas de escorrentía 20% | 40 k. ³ | Aguas torrenciales | 20 k. ³ | |
| | | Lluvias reguladoras espaciadas durante el año | 10 k. ³ | |
| | | Evaporación fluvial y riegos | 10 k. ³ | |
| | Evaporadas 50% = 100 k. ³ | | 100 k. ³ | |
| Aguas retenidas en el suelo 80% = 160 k. ³ | Se infiltran en el subsuelo 30% = 60 k. ³ | Surgen por los manantiales 40 kms. ³ a los ríos regularizándolos, de los cuales se evaporan | 10 k. ³ | |
| | | Desaguan por los ríos en el mar | 30 k. ³ | |
| | | Pérdidas por desagüe submarino de las cuencas hidráulicas subterráneas | | 20 k. ³ |
| | | | 60 k. ³ | 20 k. ³ |
| 100 | 200 k. ³ | 30% | 60% | 10% |

De los 60 kilómetros cúbicos de agua que se infiltran en el subsuelo, no vuelven a la superficie por los manantiales más que 40 kilómetros cúbicos, de los que 30 completan el caudal medio de 60 kilómetros cúbicos que los ríos vierten al mar, por lo que se deduce que unos 20 kilómetros cúbicos de agua, desaguan submarinamente en el océano, por las rocas permeables continentales que se prolongan bajo él.

De lo antedicho se deduce la necesidad de que parale-

lamente a la utilización de las cuencas hidráulicas subterráneas, para regular la circulación de las aguas continentales, hay que iniciar una campaña que la preceda, de alumbramientos sistemáticos de las aguas subterráneas que desaguan submarinamente en el océano, cortándoles sus pasos dentro de la cuenca subterránea, a la mayor cota posible, siempre que haya oportunidad para su utilización, para evitar que las aguas confiadas al subsuelo, en el plan que nos ocupa, se pierdan en el mar.

Necesidad de proceder al estudio de las cuencas hidráulicas subterráneas

En consecuencia, es evidente la necesidad de proceder al estudio de conjunto de las cuencas hidrogeológicas subterráneas, para localizar los depósitos que nos ofrecen para la resolución del problema que nos ocupa y la superficie del terreno más apropiadas para sumir en el subsuelo masas de agua tan considerables como las que hemos visto que serían necesarias almacenar.

Pero las cuencas hidráulicas subterráneas son tan inaccesibles a la observación directa que, para estudiarlas, forzosamente ha de recurrirse a métodos indirectos.

La constitución geológica del terreno y su estratigrafía, nos proporcionan una primera idea de la estructura de las cuencas, porque nos permiten situar tanto horizontalmente como en profundidad, las distintas masas de rocas que integran el subsuelo, todas ellas más o menos ricas en huecos, y determinar la red de depósitos de circulación del agua en las cuencas.

Del ciclo de circulación del agua en las cuencas, solamente está al alcance de nuestra observación las entradas

del agua y sus salidas. Las entradas las podemos apreciar por la proporción de aguas meteóricas que se infiltran en el subsuelo, principalmente en las regiones de la superficie del terreno por donde se extienden los afloramientos de las rocas permeables de la cuenca. El conjunto de dichas regiones constituye su superficie de alimentación.

Las salidas del agua de las cuencas, podemos observarlas por los manantiales y alumbramientos, únicas manifestaciones externas que nos ofrecen al desaguar a la superficie del terreno, naturalmente en el primer caso y por la industria del hombre en el segundo; pero se escapan a nuestra observación las aguas que de las cuencas desaguan submarinamente, que no podremos valorar más que con la aproximación posible en cada caso.

Para el estudio de la alimentación de las cuencas, se requiere el mayor acopio posible de datos pluviométricos, principalmente de las regiones permeables de su alimentación, para deducir de los coeficientes medios de infiltración que ofrecen las rocas, los volúmenes de agua ingresados en ellas.

Los antedichos datos han de relacionarse con la observación del aumento de caudales que cada lluvia produce en los manantiales y alumbramientos de la cuenca, con el objeto de delimitar su superficie, descartando las regiones en que las lluvias no les afecten e incluyendo las que les afecten con más o menos retraso. Dichos retrasos nos proporcionarán datos muy valiosos acerca de los itinerarios seguidos por las aguas, en su circulación por el ciclo de la red de depósitos de la cuenca.

De las estadísticas de la alimentación de la cuenca y de los caudales de ella desaguados, podremos deducir el volumen de agua que retiene, en los años en que la alimentación exceda al desagüe y en un período suficiente-

mente largo, podremos obtener, por tanteos sucesivos, el valor de la capacidad total de la cuenca, su período de renovación, su poder retentivo y, por tanto, su coeficiente regularizador.

Este coeficiente regularizador de las cuencas hidráulicas subterráneas, que depende tanto de su capacidad, como de su poder retentivo, nos proporcionará los datos necesarios para resolver el problema que nos ocupa de almacenar en los períodos lluviosos los excedentes de aguas precipitadas, para desaguarlas paulatinamente por los manantiales en los períodos de sequía, regularizando el régimen de las aguas superficiales y su permanente aprovechamiento.

II

DETERMINACIÓN DE LOS VOLÚMENES DE LOS DEPÓSITOS HIDRÁULICOS SUBTERRÁ- NEOS, POR EL RÉGIMEN DE LOS MANAN- TIALES QUE ALIMENTAN

En el estudio de la capacidad total de una cuenca, integrada de una parte por la masa de depósitos de su cuerpo, constituido por terrenos de resudado lento de sus aguas y, de otra parte, por el rosario de depósitos de terrenos permeables, que forman la red de circulación de sus aguas, es difícil de apreciar previamente los volúmenes individuales de cada depósito, pero nos será fácil determinar los de los depósitos últimos del ciclo de circulación, que alimentan directamente a los manantiales, porque en las épocas de prolongada sequía, en las que se llega a interrumpir temporalmente la circulación del agua en la cuenca, el depósito estudiado no es alimentado por aportación alguna y al vaciarse por el manantial, pondrá evidentemente de manifiesto su capacidad, por el volumen de su desagüe en dicho período.

En este estudio tendremos en cuenta, que el caudal de los manantiales es función de la altura del agua en el depósito geológico alimentador; de manera que a cada altura del agua en el depósito, corresponde un caudal fijo

y determinado para el manantial, por lo que cada vez que se repite un caudal en la escala de aforos del manantial, es señal de que en el depósito alimentador el agua alcanzaba la misma altura y el depósito contenía la misma cantidad de agua.

Para este estudio es necesario formar gráficos de las fluctuaciones de los caudales de los manantiales en función del tiempo, de los cuales aprovecharemos todas las secciones decrecientes de las curvas para compararlas y elegir entre las que en épocas distintas se repitan, entre dos caudales determinados q_a y q_b , correspondientes a alturas del agua en el depósito geológico alimentador H_a y H_b , las secciones en que el decrecimiento del caudal sea más rápido, con el objeto de llegar a encontrar la curva correspondiente a una época de vaciado del depósito, sin alimentación alguna de agua y que, por lo tanto, el volumen integrado por el conjunto de caudales comprendidos en el gráfico entre los q_a y q_b , equivalga al volumen del depósito entre los niveles H_a y H_b . Por este método podremos, por tanteos sucesivos, ir determinando por secciones, la curva del vaciado natural del depósito alimentador del manantial y llegar al conocimiento de su volumen; pero para su determinación total será necesario extrapolar la curva en su región más alta de grandes caudales, correspondientes a las regiones superiores del depósito, cuyo vaciado natural difícilmente se nos presentarán ocasiones de observar, porque como estas regiones no se llenan de agua más que en los temporales prolongados y copiosos, durante su vaciado inmediatamente posterior, no suele interrumpirse la alimentación de agua del depósito estudiado.

Tampoco se presentarán ocasiones de llegar a observar las secciones más bajas de la curva, correspondientes a las regiones inferiores del depósito, porque su vaciado a

estos caudales mínimos, se prolonga tanto, que antes de agotarse el depósito por completo, sobrevendrán lluvias que los recrecerán de nuevo, por lo que habremos de extrapolar también la curva en esta región de mínimos.

Para efectuar ambas extrapolaciones, recordaremos las leyes del vaciado natural de los depósitos hidrogeológicos subterráneos, que clasificaremos en tres grandes grupos típicos, según la clase de función que ligue sus caudales q , con las alturas H del agua en el depósito alimentador.

| | | |
|--------------|-------|------------------|
| Primer grupo | | $q = C \sqrt{H}$ |
| Segundo | | $q = C H$ |
| Tercer | | $q = C H^2$ |

En las tres fórmulas C es una constante específica del terreno donde se aloja el horizonte acuífero del manantial.

Primer grupo de depósitos hidrogeológicos

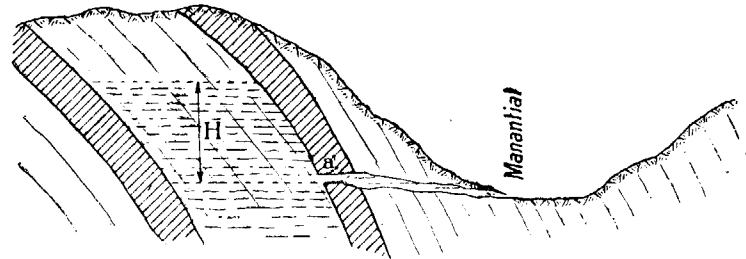
El primer grupo de depósitos, a los que corresponde la función

$$q = C \sqrt{H}$$

se caracteriza porque las amplias conducciones del agua del depósito hacia el manantial, permiten que la presión H se invierta íntegramente en imprimir velocidad al agua a su salida del depósito, inversión que tiene lugar cuando los rozamientos que el agua ha de vencer para circular por el subsuelo, son tan pequeños que no consumen altura de carga apreciable.

Este es el caso de la fig. 1.^a, en la que se representa entre dos lechos impermeables, un depósito de agua subterránea, constituido por una roca a la que suponemos rica

en huecos y fisuras de secciones suficientemente amplias para no hacer perder en rozamientos altura de carga apreciable en su circulación.

Fig. 1.^a

El agua del depósito subterráneo, surge por una grieta *a*, limpia de obstrucciones, a la velocidad

$$v = \sqrt{2 g H}$$

y el caudal será

$$q = s \sqrt{2 g H}$$

llamando *s* a la sección transversal de la grieta.

La fórmula del caudal podremos reducirla a

$$q = C \sqrt{H}$$

fórmula que caracteriza a este grupo de manantiales, representando por *C* la expresión constante

$$s \sqrt{2 g}$$

El agua después de surgir del depósito geológico que la contenía, llega al manantial por un conducto subterráneo, que supondremos suficientemente amplio para que en él no se modifique el régimen de la sucesión de caudales que del manantial van surgiendo con el tiempo, pero lo bastante

largo y tortuoso para que del manantial y de su cuenca subterránea alimentadora, sólo nos sea posible conocer la antedicha sucesión de caudales, que determinaremos por aforos periódicos, para, valiéndonos solamente de ellos, obtener el mayor número de datos posibles acerca del manantial y de su depósito alimentador.

Por lo tanto, no nos serán conocidos ningún otro dato del manantial ni de su depósito, aunque para fijar ideas hagamos referencias al modo de surgencias del agua del depósito, a su velocidad, a su altura en él, a su sección, etcétera, etcétera.

El depósito, cuya sección representaremos por ω que supondremos constante, para mayor sencillez en toda su altura *H*, tendrá un volumen geométrico *V* sobre el nivel del manantial, $V = \omega H$, y representando por λ el coeficiente de huecos de la roca que constituye el depósito estudiado, el volumen útil V_u del depósito para el alojamiento del agua, será:

$$V_u = V \lambda = \omega \lambda H$$

y su sección útil será: $\omega \lambda$.

En este tipo de manantiales, mientras la sección útil $\omega \lambda$ del depósito permanezca constante en toda su altura, los caudales en función del tiempo decrecen según una ley muy sencilla que se deduce de la igualdad evidente

$$q dt = - \omega \lambda dH$$

entre el agua q, dt que sale del depósito en el tiempo dt y el volumen que en él ocupaba $\omega \lambda dH$.

Eliminando dH , que no nos es conocido, deduciéndolo de la fórmula del caudal elevada al cuadrado $q^2 = C^2 H$, diferenciada, $2 q dq = C^2 dH$, tendremos

$$dH = \frac{2q \, dq}{C^2}$$

de donde

$$q \, dt = - \omega \lambda \frac{2q}{C^2} \, dq$$

y

$$dt = - \frac{2 \omega \lambda}{C^2} \cdot dq$$

e integrando el tiempo entre el momento en que comenzamos el estudio, que tomaremos como origen de los tiempos y el tiempo t , y el caudal entre los caudales que les corresponden q_0 y q_t tendremos

$$\int_0^t dt = \int_{q_0}^{q_t} - \frac{2 \omega \lambda}{C^2} \cdot dq$$

de donde

$$t = \frac{2 \omega \lambda}{C^2} \cdot (q_0 - q_t) \text{ por tanto } q_t = q_0 - \frac{C^2}{2 \omega \lambda} \cdot t$$

El caudal se anulará, al vaciarse el depósito por completo, al cabo de un tiempo n , cuyo valor igualará a los dos términos del segundo miembro de la anterior igualdad, es decir, cuando

$$q_0 = \frac{C^2}{2 \omega \lambda} \cdot n$$

y denominando Δq a la constante

$$\frac{C^2}{2 \omega \lambda}$$

el caudal q_0 con el que empezamos el estudio del depósito, puede considerarse integrado por tantos elementos Δq como unidades de tiempo n , tarde el depósito en vaciarse, porque $q = n \Delta q$ y por tanto, los caudales formarán la siguiente progresión aritmética decreciente:

$$q_0 = n \Delta q \quad q_1 = (n-1) \Delta q \quad q_2 = (n-2) \Delta q \\ q_3 = (n-3) \Delta q \dots \quad q_n = (n-n) \Delta q = 0$$

La razón de la progresión Δq , se obtendrá por la diferencia de caudales sucesivos cualesquiera, por ejemplo: $\Delta q = q_0 - q_1$, y la denominaremos coeficiente de agotamiento del manantial, puesto que cuanto mayor sea su valor, más rápidamente alcanzará aquél su agotamiento.

Su valor es

$$\Delta q = \frac{C^2}{2 \omega \lambda}$$

directamente proporcional al cuadrado del coeficiente C , que recordaremos que es proporcional a la sección transversal de la grieta desconocida por donde se escapa el agua del depósito; e inversamente proporcional a la sección útil $\omega \lambda$ del depósito geológico; de manera que a un aumento de dicha sección, bien por incremento de su superficie ω o por cambio de la roca superior por otra más porosa inferior de coeficiente de huecos mayor que λ , el decrecimiento Δq del caudal disminuirá como es lógico, pues para que decrezca el caudal es necesario que el nivel del agua en el depósito descienda y este descenso es tanto más lento cuanto mayor sea su sección útil.

El número de términos de la progresión, o de días si los aforos se hacen cotidianamente, en que se alcanzará el agotamiento completo del depósito, será:

$$n = \frac{q_0}{\Delta q} = \frac{q_0}{q_0 - q_1}$$

Los elementos de vaciado que estudiamos, están ligados por relaciones tan sencillas, que nos permiten construir el siguiente gráfico de caudales del vaciado del depósito *D* (fig. 2.^a) que es una línea recta inclinada, un ángulo sobre el eje de los tiempos cuya tangente es,

$$\text{tang } a = \frac{q_0}{n} = \Delta q$$

o sea, igual al coeficiente de agotamiento del depósito.

La altura *H* y la sección del depósito, nos son desconocidos, pero podremos determinar su volumen, que evidentemente es la suma de la serie de los caudales y está representado en el gráfico por el área del triángulo $q_0 (0) 18$,

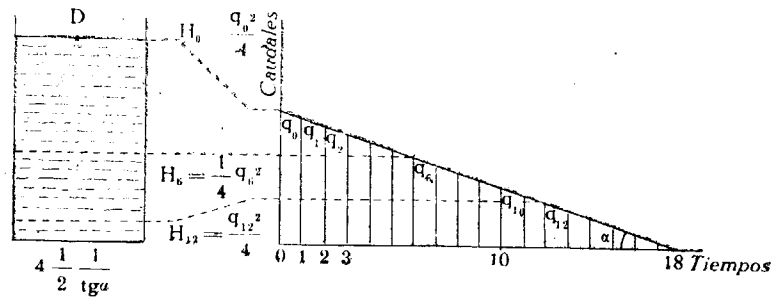


Fig. 2.^a

temente es la suma de la serie de los caudales y está representado en el gráfico por el área del triángulo $q_0 (0) 18$,

$$V_0 = q_0 \frac{n}{2} = \frac{q_0^2}{2 \Delta q} = 1/2 q_0 \frac{q_0}{q_0 - q_1}$$

El depósito puede representarse por un rectángulo y sus alturas de agua, como están relacionadas con los caudales que les corresponden, por la relación $q^2 = C H$, las representaremos por el cuadrado del caudal, dividido por un coeficiente *K* apropiado (en la fig. *K* = 4) para que

su representación no sea de excesiva longitud y quepa en el dibujo. La base del depósito será

$$\frac{1}{2 \Delta q} K = 4 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{\text{tang } a}$$

para que la superficie del rectángulo del gráfico, que representa al depósito, sea el volumen de éste,

$$V = \frac{q_0^2}{2 \Delta q} = \frac{q_0^2}{2 \text{ tang } a}$$

En cualquier momento *m* correspondiente al caudal q_m , el volumen del agua restante en el depósito será

$$V_m = \frac{q_m^2}{2 \Delta q}$$

Recíprocamente, si conocemos el gráfico de caudales del vaciado de un depósito (fig 3.^a) podremos determinar las dimensiones relativas de éste, representando las alturas

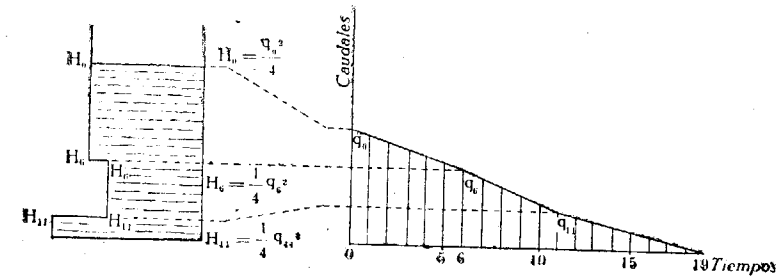


Fig. 3.^a

del agua en el depósito, correspondientes a cada caudal de los puntos de inflexión de la curva, por longitudes

$$\frac{q^2}{K}$$



Bastará para ello, construir entre cada dos alturas H_0 y H_c , por ejemplo, el rectángulo

$$\frac{H_0 H_c}{H_0 + H_c}$$

de área igual a la del trapecio en el gráfico de caudales,

$$q_0 \text{ o } 6 q_c$$

Segundo grupo de manantiales

El segundo grupo de manantiales, en los que los caudales q son proporcionales a las alturas H del agua en sus depósitos subterráneos alimentadores, es decir, que $q = C H$, corresponde a los casos de horizontes acuíferos aprisionados entre estratos impermeables, donde el agua está sometida a la presión de la columna de agua de altura H , y se invierte en vencer los rozamientos que las estrechas fisuras de las rocas oponen a la circulación del agua.

Las velocidades de surgencia del agua de esta clase de depósitos, son mucho menores que las del grupo que acabamos de estudiar, pero superiores siempre a la velocidad v_i de infiltración vertical del agua, por caída a lo largo de los intersticios de la roca del terreno considerado.

A esta circunstancia de la reducida velocidad de surgencia del agua en estos manantiales, se debe que podamos despreciar la parte de altura de carga que se invierte en animar al agua de dichas velocidades y admitir sin gran error, que la altura de carga se invierte exclusivamente en vencer los rozamientos del agua en su circulación subterránea, razón por la cual, las velocidades de sur-

gencia son proporcionales a las alturas de carga H y los caudales también son proporcionales a dichas alturas.

A este tipo corresponde el manantial representado en la fig. 4.^a, en que el depósito geológico subterráneo desagua

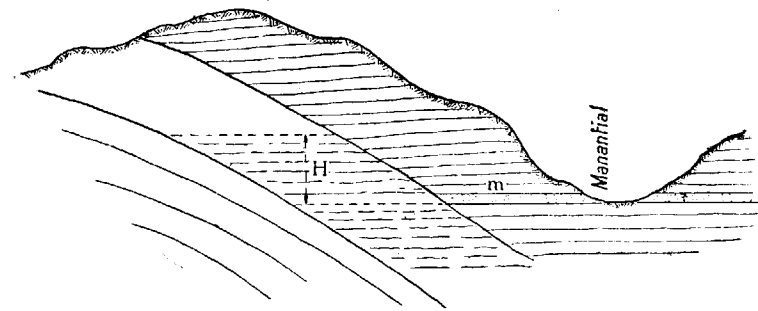


Fig. 4.^a

por una grieta en un estrato permeable m , aprisionado entre dos lechos impermeables, que afloran en el fondo de un valle.

En esta clase de depósitos, mientras la sección permanezca constante, el régimen del decrecimiento de los caudales durante su vaciado sin alimentación alguna, se deduce de la igualdad

$$q dt = - \omega \lambda dH$$

Eliminando dH , deducido de la fórmula del caudal $q = C H$ después de diferenciada, $dq = C dH$ tendremos:

$$q dt = - \omega \lambda \frac{dq}{C}$$

de donde

$$dt = - \frac{\omega \lambda dq}{C q}$$

Integrando el tiempo entre 0 y t y al caudal entre los correspondientes q_0 y q_t tendremos

$$\int_0^t dt = \int_{q_0}^{q_t} -\frac{\omega \lambda}{C} \frac{dq}{q} \text{ resulta } t = \frac{\omega \lambda}{C} \cdot \log_2 \frac{q_0}{q_t}$$

$$\text{luego } \frac{q_0}{q_t} = e^{\frac{C}{\omega \lambda} \cdot t} \text{ y } q_t = q_0 \left(\frac{1}{e^{\frac{C}{\omega \lambda}}} \right)^t = q_0 r^t$$

representando el término constante

$$\frac{1}{e^{\frac{C}{\omega \lambda}}}$$

por la letra r : luego los caudales siguen una progresión geométrica decreciente indefinida, en la que del primer término q_0 , se forman los términos sucesivos, multiplicando cada uno por la razón r para obtener el término siguiente:

$$q_0, q_1 = q_0 r^1, q_2 = q_0 r^2, q_3 = q_0 r^3 \dots \dots q_n = q_0 r^n$$

La razón r se determinará dividiendo los caudales de dos aforos sucesivos cualesquiera, por ejemplo:

$$\frac{q_1}{q_0} = r$$

su valor es menor que la unidad, y la denominaremos coeficiente de agotamiento, pues cuanto mayor sea su valor, se agotará el depósito con mayor rapidez.

El volumen del depósito, que es la suma de los términos de la progresión, será:

$$V_0 = q_0 \frac{1}{1-r} = q_0 \frac{1}{1-\frac{q_1}{q_0}} = q_0 \frac{q_0}{q_0 - q_1}$$

El volumen del depósito por debajo de cualquier altura H^m del agua será:

$$V_m = q_m \frac{q_m}{q_m - q_{(m-1)}}$$

La curva del gráfico de caudales de este tipo de manan-

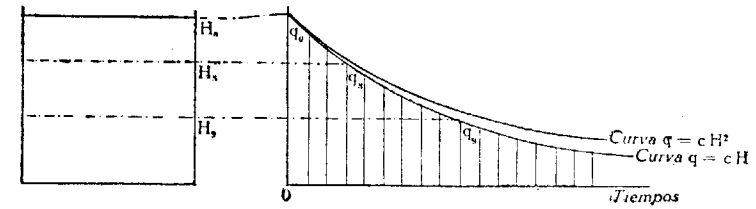


Fig. 5.^a

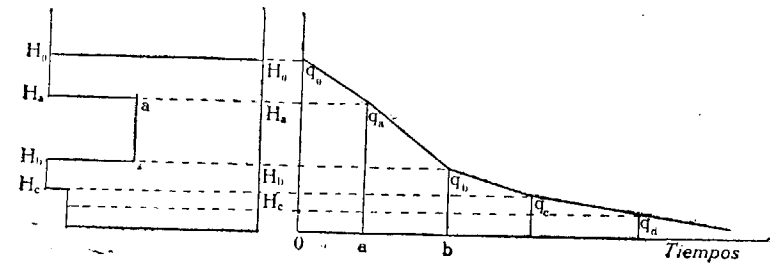


Fig. 6.^a

tiales (fig. 5.^a) vuelve suavemente su concavidad hacia arriba y es asintótica con el eje de los tiempos.

La reconstrucción del depósito por la curva de caudales, es particularmente sencilla en este caso, porque como el caudal es proporcional a las alturas del agua en el depósito, ambas pueden representarse por la misma longitud, eligiendo escalas apropiadas.

Bastará para ello (figura 6.^a) entre las alturas H_0 y H_a correspondientes a q_0 y a q_a construir el rectángulo $H_0 H_a H_a H_0$ de la misma área que la del trapecio $0 q_0 q_a a$, suma de los caudales desde q_0 a q_a .

Entre las alturas H_a H_b , se construirá el rectángulo $a H_a b H_b$ de área igual al trapecio $q_a a q_b b$ y así sucesivamente hasta terminar la reconstrucción del depósito.

Tercer grupo de manantiales

El tercer tipo de manantiales, en los que el caudal $q = C H^2$ es proporcional al cuadro de la altura H del agua en el depósito, corresponde al caso de las grandes masas de agua retenidas por capilaridad y adherencia en las rocas de las montañas laterales a los valles (fig. 7.^a) bajo cuyos macizos montañosos, la superficie del agua subterránea, forma cúpulas de cotas descendentes hacia el valle

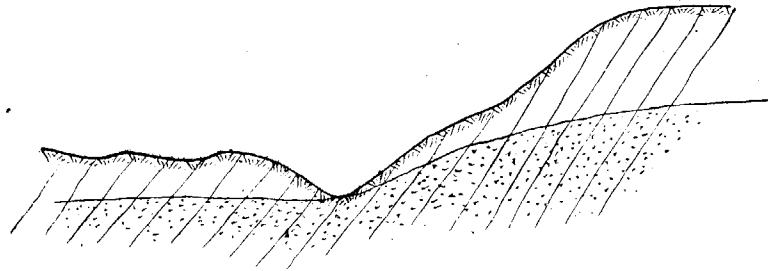


Fig. 7.^a

por donde surge el agua a velocidades, en estos casos, inferiores a la de infiltración v_i del agua en el terreno.

En dichas surgencias, los caudales siguen la fórmula de Prony y Lembke $q = C \cdot (H^2 - h^2)$ y despreciando h , que representa la altura del agua en la poceta del manantial,

por su pequeñez con relación a la carga H , queda la fórmula del caudal reducida a $q = C \cdot H^2$ que define a este tipo de manantiales.

El vaciado sin alimentación alguna de esta clase de depósitos se deduce, como en los anteriores casos, de la igualdad $q dt = -\omega \lambda dH$ eliminando dH ; deducido su valor de la diferenciación de la raíz cuadrada de la fórmula del caudal

$$H = \sqrt{\frac{q}{C}}$$

$$dH = \sqrt{\frac{1}{C}} \frac{1}{2} q^{-\frac{1}{2}} dq$$

luego

$$q dt = -\omega \lambda \sqrt{\frac{1}{C}} \frac{1}{2} \frac{1}{\sqrt{q}} dq$$

y por tanto,

$$dt = -\frac{\omega \lambda}{2\sqrt{C}} \frac{dq}{\sqrt{q^3}}$$

e integrando entre 0 y t , y entre q_0 y q_t

$$\int_0^t dt = \int_{q_0}^{q_t} -\frac{\omega \lambda}{2\sqrt{C}} q^{-\frac{3}{2}} dq$$

tendremos

$$t = \frac{\omega \lambda}{2\sqrt{C}} 2 \left(q_t^{-\frac{1}{2}} - q_0^{-\frac{1}{2}} \right) = \frac{\omega \lambda}{\sqrt{C}} \left(\frac{1}{\sqrt{q_t}} - \frac{1}{\sqrt{q_0}} \right)$$

y por tanto

$$\frac{\sqrt{C} \sqrt{q_0}}{\omega \lambda} t + 1 = \frac{\sqrt{q_0}}{\sqrt{q_t}}$$

luego los caudales en función del tiempo siguen la fórmula siguiente:

$$q_t = \frac{q_0}{\left(1 + \frac{\sqrt{C} q_0}{\omega \lambda} t\right)^2}$$

y para q_1

$$q_1 = \frac{q_0}{\left(1 + \frac{\sqrt{C} q_0}{\omega \lambda}\right)^2}$$

por lo que

$$\frac{\sqrt{C} q_0}{\omega \lambda} = \frac{\sqrt{q_0} - \sqrt{q_1}}{\sqrt{q_1}}$$

y por lo tanto

$$\frac{\sqrt{C} H_0 \sqrt{q_0}}{\omega \lambda H_0 = V_0} = \frac{\sqrt{q_0} - \sqrt{q_1}}{\sqrt{q_1}}$$

de donde se deduce que el volumen V_0 del depósito, será igual a

$$V_0 = q_0 \frac{\sqrt{q_1}}{\sqrt{q_0} - \sqrt{q_1}}$$

Los caudales formarán una serie en que cada término se forma del primero q_0 dividiéndolo por la expresión

$$\left(1 + \left(\sqrt{\frac{q_0}{q_1}} - 1\right) n\right)^2 = \left(n \sqrt{\frac{q_0}{q_1}} - (n-1)\right)^2$$

luego la serie será

$$q_0 \quad q_1 = \frac{q_0}{\left(\sqrt{\frac{q_0}{q_1}}\right)^2} \quad q_2 = \frac{q_0}{\left(2\sqrt{\frac{q_0}{q_1}} - 1\right)^2}$$

$$q_3 = \frac{q_0}{\left(3\sqrt{\frac{q_0}{q_1}} - 2\right)^2} \quad q_n = \frac{q_0}{\left(n\sqrt{\frac{q_0}{q_1}} - (n-1)\right)^2}$$

El coeficiente de agotamiento de este tipo de manantiales, tiene por valor

$$\frac{\sqrt{C} q_0}{\omega \lambda}$$

y como en todos los casos, es inversamente proporcional a la sección útil $\omega \lambda$ del depósito.

La curva del decrecimiento del caudal en el vaciado de esta clase de depósitos subterráneos, queda algo por encima de la curva correspondiente al tipo anterior, como se observa en la figura 5.^a

INVESTIGACIONES CARBONÍFERAS
SONDEO NÚM. 1 DE BOÑAR (LEÓN)

POR

M. ZALOÑA y A. H. SAMPELAYO

INVESTIGACIONES CARBONÍFERAS

SONDEO N.º 1 DE BOÑAR (LEÓN)

En los estudios sobre Carbonífero productivo ocupan un lugar preferente en el plan de trabajos ordenado por el Director del Instituto los que se refieren a las prolongaciones de las cuencas conocidas bajo terrenos modernos, problema que en las provincias de León y Palencia fué tratado, hace años, por insignes geólogos, que se ocuparon de las zonas de Sabero, Cervera y Barruelo (1).

Para iniciar las investigaciones, A. de Alvarado, Jefe de la Sección de Combustibles del Instituto Geológico, efectuó diversos recorridos por el borde Sur de la Cordillera Cantábrica, acompañado por los ingenieros que suscriben esta noticia. En el número 9 de «Notas y Comunicaciones», el citado ingeniero reúne los datos recogidos en las distintas expediciones y esa publicación sirve de fundamento para la localización de los primeros sondeos de reconocimiento.

En el índice de trabajos previstos para aclarar las pro-

(1) Sánchez Lozano (Boletín XXXIII), Urrutia (Boletín XLIII), Novo y Dupuy (Boletín XLV) y Revilla (Riqueza Minera de la provincia de León).

longaciones o repeticiones recubiertas de las cubetas productivas leonesas y palentinas, ha correspondido el primer lugar a la cuenca de Sabero, en su posible existencia hacia el Oeste, bajo el fuerte Cretáceo de Boñar.

Los sondeos proyectados fueron dos, el primero ya terminado, con resultado negativo, y el segundo en vías de ejecución.

En el gráfico que acompañamos para dar cuenta de los resultados obtenidos en el primer sondeo, ubicado en la orilla derecha del río Porma (pueblo de La Mata), centro de la hipotética cuenca oculta, creemos haber reflejado claramente los satisfactorios avances obtenidos en la perforación, que duró de mayo a diciembre de 1942, así como los diámetros empleados.

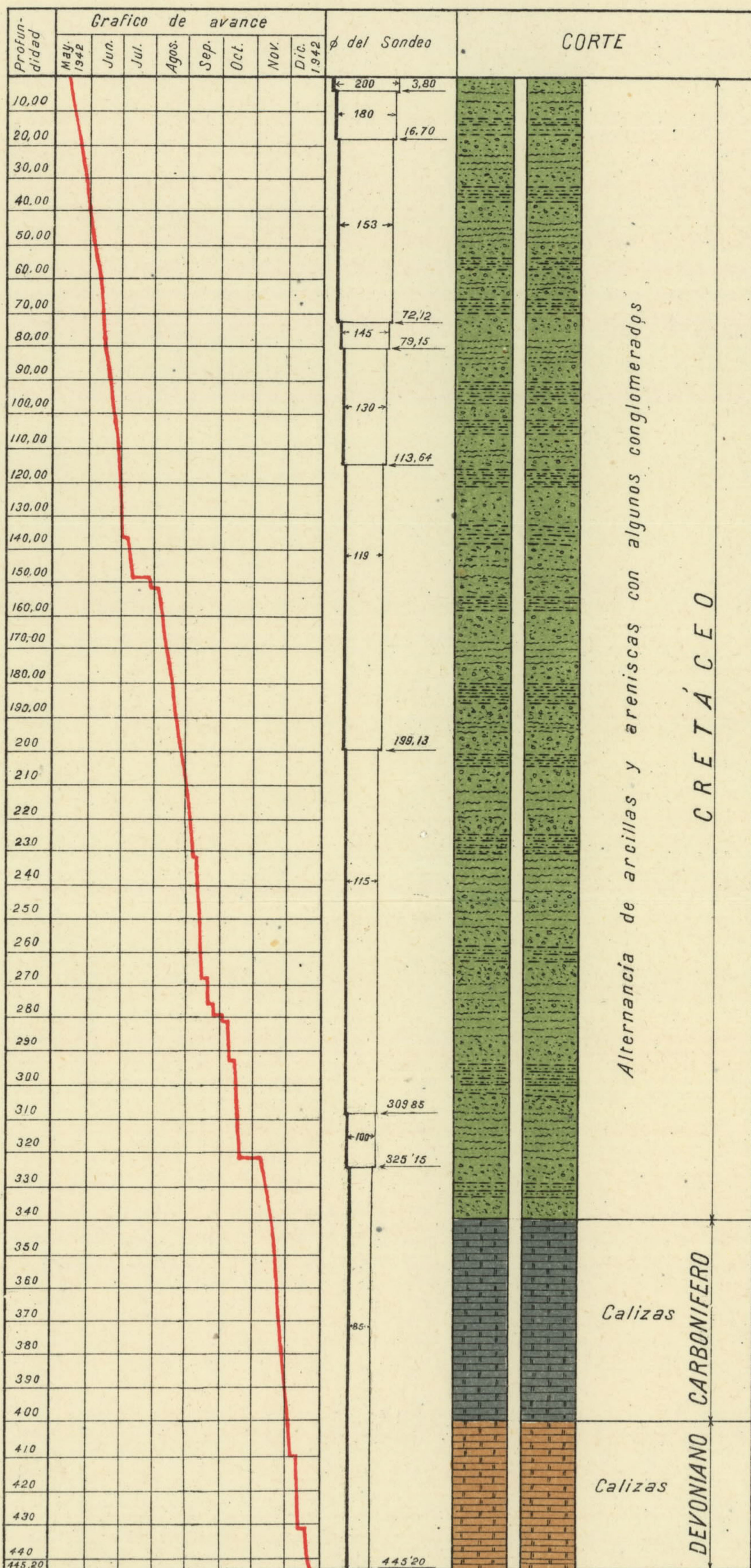
En cuanto al corte estratigráfico, nos interesa dejar constancia de que los tránsitos de terrenos han sido perfectamente claros. En el Cretáceo, escasísimo en restos fósiles, hemos encontrado, sin embargo, pequeños foraminíferos del tipo *Lacacina* y, además, en sus estratos inferiores, pasados los 300 metros de profundidad, un testigo nos suministró ejemplares de *glauconia*, silicato que limita perfectamente la edad post-jurásica de los sedimentos. El Carbonífero, estéril, está representado por 40 metros de caliza, seguramente dinantiense, con *Crinoides*, y, por último, el terreno que sirve de fondo al sondeo, nos ha proporcionado, en sus calizas, una abundante fauna típicamente devoniana, cuya descripción se sale de los límites de esta nota, pero que oportunamente publicaremos.

Aun cuando esperamos el resultado del segundo sondeo, emplazado unos dos kilómetros al Este del primero, es decir, más próximo a Sabero, para comunicar los resultados de esta investigación, hasta ahora, y a la vista de los datos obtenidos en la perforación del sondeo número 1 de

Boñar, parece deducirse la consecuencia de que el Carbonífero sufrió una fuerte denudación, mayor de la prevista, antes de efectuarse la transgresión del mar cretáceo, denudación que, como es natural, afectó a los tramos productivos superpuestos a la caliza dinantiense.

INVESTIGACIONES CARBONÍFERAS EN BOÑAR - LA MATA (LEÓN)

SONDEO N.º 1





INDICE DE LOS TRABAJOS CONTENIDOS EN ESTE TOMO

| | <u>Páginas</u> |
|--|----------------|
| <i>Relaciones estratigráficas entre varias cuencas hulleras de Europa (España-Bélgica-Holanda-Rusia), por Ignacio Patac</i> | 1 |
| <i>Los vertebrados del Mioceno continental de la cuenca Vallés-Panadés (provincia de Barcelona), por José F. de Villalta Comella y M. Crusafont Pairó.....</i> | 145 |
| <i>Contribución al conocimiento de la zona sub-pirenaica catalana, la primera parte por los señores Ríos, Almela y Garrido, y la segunda por los Sres. Almela y Ríos</i> | 337 |
| <i>Cuencas hulleras al Este de Asturias (traducción extractada de un folleto de H. Quiring), por A. de Alvarado</i> | 453 |
| <i>Influencia del yeso en la flotación de los sulfuros de plomo y de zinc (eliminación de dicha influencia), por María Domínguez Astudillo</i> | 539 |
| <i>Necesidad del estudio sistemático de conjunto de las cuencas hidrológicas subterráneas, por Fernando Benito.....</i> | 601 |
| <i>Cuencas carboníferas. Sondeo número 1 de Boñar (León), por M. Zaloña y A. H. Sampelayo</i> | 643 |