

NOTAS Y COMUNICACIONES
DEL
INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO
DE
ESPAÑA

AÑO I. = NÚMERO 1.º

MADRID
Gráficas Reunidas, S. A.
Calle del Barquillo, 8
1928

El artículo 33 del Reglamento del Instituto Geológico y Minero de España, aprobado por Real decreto de 1 de abril de 1927, autoriza al Instituto para editar revistas, epítomes, compendios, folletos y, en general, cuanto convenga al conocimiento y difusión de su labor, sin abandonar la publicación continua del BOLETÍN y de las MEMORIAS, en las que, durante tantos años, colaboraron ilustres Ingenieros y fueron origen y sostén de los altos prestigios de los Centros que precedieron en su labor al Instituto tal cual ha sido recientemente reorganizado.

De acuerdo con aquel precepto, comenzamos hoy a editar una nueva publicación, titulada NOTAS Y COMUNICACIONES DEL INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, en la que daremos a conocer ciertos estudios y observaciones que, por su índole especial, de inmediata actualidad unas veces, de extrema concisión en otras, no tienen cabida adecuada en nuestro BOLETÍN, que habitualmente suele comprender extensos trabajos que constituyen verdaderas monografías, en relación con un tema determinado, ni en las MEMORIAS, que suelen dedicarse al estudio geológico de una comarca o de un conjunto de criaderos, para constituir con ellas verdaderas series de trabajos metódica y ordenadamente establecidas.

Las NOTAS Y COMUNICACIONES han de comprender y dar cuenta de nuestra diaria labor; de las observaciones deducidas del examen del terreno en ciertas excursiones, de la marcha de los sondeos en que el Instituto interviene, de los reconocimientos geofísicos, de nuestros métodos de investigación y de cuanto pueda interesar a nuestros habituales lectores.

En este propósito no cabe establecer una norma periódica para esta nueva publicación, que aparecerá a medida que se vaya contando con material para formar un folleto, y anualmente se reunirán en un volumen las diversas entregas publicadas.

PRIMITIVO HERNANDEZ SAMPELAYO

DISCUSIÓN DE ALGUNOS PUNTOS DE LA HOJA GEOLÓGICA DE LLANES (ASTURIAS)

En el verano de 1927, en unión de mis compañeros Sancho y Falcó, y para empezar el estudio de la hoja de Llanes por orden del Director del Instituto Geológico, he recorrido la zona que va desde la provincia de Santander al Suevo por la costa, y de fondo, al Sur, hasta la altura de Cabrales, en una línea paralela a ella.

Esta región tan hermosa del Cantábrico, surcada en su largo por un ferrocarril, ha conseguido atraer a los geólogos desde hace muchos años, añadiéndose las dificultades de tener que analizar la literatura producida, a las de la abrupta topografía y a su geología variada y sometida a violentos movimientos tectónicos.

Al examinar, aprendiendo en ella, la obra realizada por mis anteriores colegas, he sentido sincera admiración hacia ellos, y hago gustoso esta declaración para salvar desde el principio mi intención de crítica sana, bien alejada, en mi deseo, de todo juicio irrespetuoso.

Dos impulsos me orientan a plantear puntos de discusión: depurar los estudios de la hoja antes de publicarlos como definitivos, y contraer la responsabilidad absoluta que me corres-

ponde como Jefe y ante los compañeros que han de trabajar conmigo.

Para la exposición de los puntos de duda he adoptado el orden cronológico de autores, con lo cual pienso se facilitan las comprobaciones de las citas y se puede apreciar cierta evolución en la parte histórica, evitando la incongruencia que entre sí tienen las distintas dudas, las cuales, como es natural, son las de más bulto y las primeras, pero no las únicas que se hayan de prestar a discusión.

Notas estratigráficas.

(BARROIS, 1882.)—En sus célebres *Recherches sur les anciennes terrains* se ocupa este Geólogo de la zona de Llanes, y al llegar, en su corte geológico, al lugar de Cué, establece, a la vista de unas areniscas que asoman en la playa de Vallota, el término estratigráfico del devoniano superior, que generaliza para todo el sistema, con el nombre de arenisca de Cué.

Pues bien: mi afirmación concreta para esta zona, es que debe suprimirse el término de arenisca del devoniano superior, confundido por Barrois con la entrada del siluriano.

Según el eminente Geólogo francés, la representación típica de la arenisca de Cué está, no solamente en la sierra plana de su nombre, sino en las de Purón, Borbolla, San Antolín, Nueva, etc.

Que la mayor parte de las areniscas de estas sierras eran silurianas, ya estaba afirmado en los planos del inolvidable maestro Adaro, pero sin demostrarlo, pues no se habían encontrado fósiles. No obstante esta atinada rectificación intuitiva, tan propia de aquel maravilloso estratígrafo, no se decidió Adaro a la supresión del término de Cué, en el devoniano superior.

Son, en efecto, los cortes que en las sierras planas labran los ríos, los lugares más propicios al estudio de la constitución geológica de los paquetes de capas debatidos.

Para dar sencillez al planteamiento y demostración de la complejidad de las sierras planas, debo hacer presente que toda la serie (1) de rocas o sierras planas enumeradas por los diferentes autores, desde la provincia de Santander hasta Ribadesella, se reduce a tres términos citados en sus extremos: PELLEZO (Santander), Cué y Niembro. Estos términos geográficos, tan llamativos y descriptos, están formados y esculpidos en idénticas capas geológicas.

Arranca la primer corrida de Pellezo y recibe el nombre de Pechón al cruzar, en Tina Menor, el río Nansa, y luego se llama sucesivamente, en una marcha hacia el O. y paralelamente a la costa: Pimiango, Borbolla, Vidiago y Purón, el extremo de cuya sierra se funde, por detrás del Soberrón, en la falda septentrional de la cordillera de Cuera; unos 25 kilómetros en total.

La segunda corrida plana, muy corta con relación a la anterior, es la de Cué; no tendrá más de unos cinco a seis kilómetros. La tercera arranca de Niembro, en cabo Prieto, y avanza hacia occidente, con los sucesivos nombres de San Antolín, Naves y Nueva, hasta unirse a la masa del monte en Los Carriles, para formar la cuarcitosa sierra de Llamigo. En resumen, cada nombre representa dos cortes, uno en cada extremo, que dan un elemento aislado del mismo haz de capas, las cuales se ofrecen siempre con rumbo algo NE. casi EO. y buzamientos al Norte o al Sur, aunque suelen dominar los primeros, pero con tendencia vertical constante.

El resumen de esta precisión de idénticas sierras en relieve

(1) La lista completa por términos topográficos sería: Pellezo, Pechón (Santander), Pimiango, Santiuste, Borbolla, Vidiago, Purón, Cué, Niembro, San Antolín, Naves y Nueva.

es que sus cortes geológicos distintos se reducen a tres y que todos los demás que en apoyo se puedan citar pertenecen a las mismas corridas y son iguales, o muy parecidos.

La serie de estratos, cuando está completa y a partir del mar, suele ser: caliza carbonífera potente que termina con un horizonte negro bastante fétido, con vetas de espató calizo y, a veces, contiene una brecha de la misma roca con señales de sulfuros metálicos y pintas de carbonato de cobre; en concordancia se colocan bajo la caliza de montaña unos 15 metros de calizas blancas y rojas bastante tableadas, con *Poteriocrinus* y *Clymenia crenistria*, Phill., que puntualizan la posición de estas hiladas con el tramo más alto del devoniano, horizonte conocido por mármol *griota* o *grioto*. Las capas siguientes, sopuestas al mármol rojo, sin perder la concordancia, suelen estar mucho más plegadas, por lo que es frecuente en la unión, cuando el corte del terreno no es fresco, que se produzca algún espacio con erosión o tierras corridas con detritus de montaña, que impiden ver el plegamiento de las capas (falla). Este tramo inferior al mármol rojo no suele tener más de 8 a 10 metros de potencia, y es bastante constante y muy llamativo, resultando incomprensible que no haya sido hecho notar en esta zona por los diferentes autores.

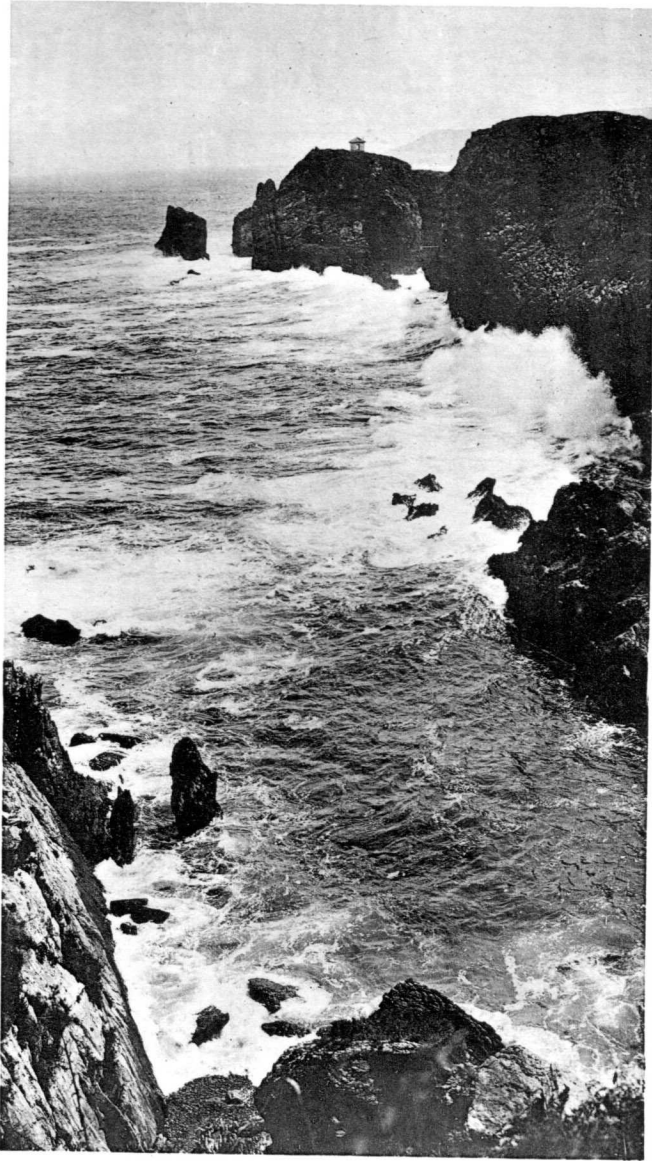
Está compuesto por tongadas muy seguidas y estratificadas de cuarcitas, vinosas unas y otras negras, como ftanitas, con manchas muy verdes, alternando con pizarras arcillosas verdes y rojizas; los tonos son muy vivos y el plegamiento con muy frecuentes flexiones, que llegan en sitios a verdaderas complicaciones; en este tramo se ve a menudo vetas de manganeso y unos delgados lechos de carbón y pizarras grafitosas; en pocos sitios he comprobado una tongada de caliza oscura intercalada con señales como de *braquiopodos*. Es carácter general del tramo su grado de quebrantamiento, no de milonitización, pues no hay desplazamiento de partículas; pero es di-



Fot. 1 — Arranque de la sierra de Pimiango. En la punta, caliza carbonífera seguida de estratos devonianos, penetrando todos en el mar casi verticalmente.



Fot. 2 — Margen izquierda de Tina Mayor. Al fondo Colombres. Capas de areniscas devonianas penetrando en el mar



Fot. 3 — ONTORIA - Capas de caliza carbonífera y del tramo de *Fusulinella*, arraigadas en el mar.

fácil sacar trozos de pocos centímetros, pues toda la roca se desmenuza al intentar arrancarla, circunstancia que dificulta mucho la investigación paleontológica; el único resto, bien determinante, que he podido encontrar, ha sido un artejo de *Posteriocrinus minutus*, Roem, en la delgada cuarcita vinosa. Ahora bien: este fósil pertenece al carbonífero inferior y al devoniano en sus tramos más altos, y en consecuencia me inclino a esta clasificación para estas delgadas capas abigarradas y rizadas.

Me sirven de argumentos a favor de esta determinación la gran semejanza de tonos y presentación que tienen estos estratos con algunos famenienses belgas y franceses, compuestos parcialmente de mármol *Campan* versicolor con inflexiones (*baregianas* inferiores) (1).

El tramo inferior siguiente es arenoso, y el contraste entre los dos suele producir, como ocurrió en su entrada, una erosión superficial que ofusca en la superficie la unión, perfecta y concordante, de ambos tramos (fot. 1.^a).

Estas tongadas arenosas inferiores a las devonianas anteriores, se componen, en absoluto, de materiales detríticos, pasando, en tránsito y por partes, de areniscas de grano grueso a pudingas los elementos poligénicos, de las cuales llegan a pocos decímetros y son, casi siempre, cantos rodados de cuarcita siluriana. En este nivel de todas las sierras planas se encuentra, invariablemente, un horizonte de carbón de pocos centímetros, que contiene tallos vegetales hasta de seis a ocho centímetros de diámetro y más de un metro de longitud, cuya composición interna es arenosa, con un revestido de pizarra carbonosa, sobre la que queda grabado el estriado del tallo, que parece referirse a grandes helechos o quizás a *calamites*, por más que no hemos podido encontrar nudo alguno.

(1) BERGERON: *Reun. de la Soc. Géol. de France*, 1898.

El hecho de contener carbón estas capas de conglomerado hace que hayan sido más o menos investigadas en las épocas favorables para los precios del carbón, pero en general poco seguidas de prospecciones y siempre infructuosas; hay un rasgo, además, que subraya el nivel, y es el contenido de nódulos de pirita de hierro, hasta de cuatro centímetros de diámetro, que salpican los estratos de arenisca que encierran las pizarras carbonosas.

Por lo general el carbón está en la parte alta, próximo a los plegamientos supuestos famenienses, y son los menudos almendrones cuarzosos los que quedan en la base del tramo, la potencia del cual variará de 6 a 20 metros.

No me ha sido posible ni clasificar los restos vegetales recogidos, ni encontrar fósiles distintos que me lleven a una determinación; no obstante, propongo que a este nivel se le asigne sincronismo de edad con la arenisca roja antigua, y, como razones empíricas, me fijo en la constancia con que la pudinga toca con los estratos silurianos, en su composición detrítica, y en el tono muy rojo que adopta con frecuencia; ejemplo, los estratos de la playa de La Franca.

Los bancos que se colocan debajo, hasta la integración, casi completa, de la sierra plana correspondiente, son claramente silurianos; así los clasificó Adaro por comparación con otros fosilíferos de Asturias y Galicia; Cueto insiste en la acertada determinación al hacer sus estudios en esta región cántabro-astórica sin encontrar organismos; el primer fósil de que tenemos noticias fué una *cruziana* suelta que encontró, en uno de los túmulos de la planicie, el ilustrado presbítero D. José Fernández Menéndez, párroco de Colombres; este verano, y con alguna atención, he podido comprobar, en todas las sierras, horizontes de restos fósiles silurianos determinables: *Cruzianas rugosa*, *furcifera* y *Goldfussi*, *Scolithus Dufrenoi lingu-las* en losas, *tigilites*, *Crossocorda*, etc. (fot. 2).

Las areniscas y cuarcitas de estos potentes tramos silurianos se pliegan mucho, simulando un espesor mucho mayor, y ofrecen, en su diastrofismo, estratos más altos y más bajos, dentro del ordoviciense. El siluriano medio debe de estar representado, puede decirse que en indicios, por algunas láminas de pizarra comprimida, que apenas pasan de medio metro en los cantiles de la sierra, y únicamente en el Suevo he podido encontrar bien representado con la fauna el tramo ordoviciense. En cuanto a los estratos del cambriano superior creemos haberlos visto en la sierra de Cardoso, sobre Naves, y consistían en pizarras arcillosas y psamitas con bastantes *algas* o *pistas*, tal y como ocurre en el piso postdamiense, en gran parte, de la región NO.

No he comprobado discordancia alguna entre el siluriano y el devoniano.

El siluriano superior no lo hemos visto representado.

Terminadas estas notas sobre la estratigrafía de las sierras planas, que son absolutamente extensivas a todos los haces de capas arenosas paleozoicas que se intercalan entre las corridas de caliza carbonífera, no quedan sino breves comentarios.

Es inverosímil cómo un geólogo eminente, el Sr. Barrois, pudo llegar a confundir, de un modo insistente, la cuarcita, más o menos alterada, del siluriano inferior con el tramo arenoso superior del devoniano, que no existe en absoluto en toda esta zona. La confusión se prolonga a través de los recientes estudios de los Sres. Bertrán y Mengaud, que acantonan sus equivocaciones en el siluriano, pues no solamente siguen a Barrois en la edad de las sierras planas, sino que atribuyen al carbonífero el anticlinal clásico de la cuarcita siluriana de Rumenes, y hasta refiere el Sr. Mengaud al segundo tramo del carbonífero las pizarras del siluriano medio (con *Calymene*, *Illænus*, *Asaphus*, etc.) de la sierra del Suevo, con lo cual, en dicho sitio, le resulta un corte fantástico.

Notas tectónicas.

Supongo, de un modo sintético, que el país es de raíces, con referencia a plegamientos en borde de región fronterera, imbricándose con frecuencia; en líneas generales, estoy identificado con las ideas de Adaro y mis compañeros Cueto y Rui-Díaz y Patac; en estas notas considero siempre los detalles de la zona Llanes-Ribadesella.

Hoja primera, de los Sres. Bertrand y Mengaud.

Es la extraña y constante frecuencia de las sierras planas, alevando sus cotas 140 - 200 metros sobre el mar, lo que hace que estos notables geólogos las supongan como grandes bloques exóticos, de material arenoso, arrastrados sobre los estratos del fondo del país, entre ellos la caliza carbonífera como dominante.

Niego en absoluto esta primer hoja de corrimiento, afirmando que todo el país es constitutivamente de raíces.

Para convencerse no hay sino examinar cualquiera de los accidentes topográficos en que quedan descubiertas las uniones de las areniscas con las calizas carboníferas, y se aprecia que unas y otras penetran profundamente y en concordancia estratigráfica en los ríos, barrancos o costas donde se han descarnado sus escarpes.

Estos autores siguen erróneamente en la clasificación de la arenisca de las sierras como término superior del devoniano, dando por buena la clasificación de Barrois.

Las milonitas, aunque no escasas, no suelen tomar gran potencia; jamás he visto los apoyos anormales de arrastre des-

cansando una roca sobre otra, tal y como se supone en los cortes geológicos de los distinguidos colegas.

En algunas de las fotografías que damos se pueden apreciar las raíces de los estratos en el mar (fots. 1, 2 y 3).

De los estudios y cortes de los Sres. Bertrand y Mengaud se desprende que los argumentos principales de demostración los ofrecen en los recorridos de Pechon a Colombres y en la ventana tectónica de la sierra Plana de la Borbolla. En el corte de Pechon a Unquera y Colombres se aprecian, en efecto, las capas eocenas en pliegue isoclinal algo cobijado bajo las areniscas silurianas, llamadas de Cué por el Sr. Mengaud.

Para demostrar que no se trata de un Klippe ni desplazamientos de roca arenisca sobre milonitas, he efectuado el recorrido a lo largo del contacto hasta aclarar la posición de los estratos que hayan de quedar como infrayacentes; y, en efecto, cerca de La Franca vemos cómo se agotan, por adelgazamiento, las tongadas cretáceas y eocenas y permanece la arenisca como substrato casi vertical que rechaza la idea de corrimiento en hoja.

Estos recorridos laterales, además de los perpendiculares o de corte, los he empleado para aclarar las posiciones de cobijadura o superposición de terrenos antiguos sobre los modernos citados en los dibujos del Sr. Mengaud, y estimo que, como sistema general, es muy práctico, pues el análisis de un solo sitio de contacto suele dificultarse por erosiones y acumulación de detritus de montaña, ofuscación que deja paso a interpretaciones imaginativas en estos puntos importantes.

En cuanto al argumento de la ventana tectónica de la sierra de la Borbolla, se trata de un ojal o abertura dibujado en la arenisca de Cué (ordoviciense), a través de la cual se descubre, en contacto anormal, la caliza carbonífera. Lamento tener que decir que no me ha sido posible encontrar la situación de la ventana, ni he visto caliza en la sierra.

En todos los demás casos no hay fundamento de hoja corrida que resista a un simple examen. Y como no obstante debe tener una base la equivocación de los notables geólogos, me he esforzado en buscarla, y creo se encuentra en suponer un examen detenido en algunos puntos de su excursión, pero cruzando a velocidad por el resto del territorio; en esta forma, y contando con la dilatada facies asturiana de la caliza de montaña, puede ocurrir que el observador se imagine que toda la superficie ondulada, desde los montes meridionales al mar, esté formada por la caliza carbonífera (tan bien manifiesta en sus *torcas* y en sus puntas de erosión), lo mismo que de caliza de montaña son las crestas altas de las cordilleras, y sólo resaltan, de un modo esporádico, las sierras arenosas planas, que se elevan de un modo uniforme y llamativo sobre la gran ondulación caliza; esta presentación, repentina y extraña, es lo que, a mi ver, ha llevado a Bertrand y Mengaud a suponer que las sierras planas son testigos del macizo arenoso arrastrado sobre la hoja caliza.

En la parte morfológica intentaremos una explicación sobre las sierras, pues estos argumentos sólo son intentos de disculpa hacia mis colegas.

Hoja segunda, de los Sres. Bertrand y Mengaud.

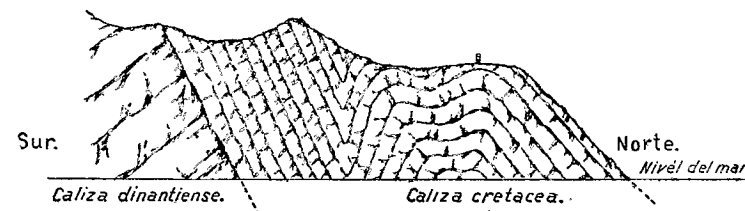
Suponen estos Geólogos que el fondo del país está formado por terrenos secundarios principalmente, y corrida sobre ellos la hoja de caliza carbonífera tan potente y dominante en esta parte de Asturias, bajo la cual asoman, en ventanas tectónicas, los terrenos de los pliegues raíces.

Las demostraciones propuestas por el Sr. Mengaud para esta segunda hoja son bastante más numerosas que para la hoja primera; hemos examinado las de nuestra zona y en todas hemos

comprobado lo contrario de lo afirmado por los insignes Geólogos, esto es, que los terrenos secundarios y terciarios en pliegues más o menos *pinzados*, se superponen a los estratos inferiores carboníferos o silurianos. La regla para el éxito de la demostración es siempre la misma: seguir el contacto de los terrenos en litigio hasta el adelgazamiento y extinción de los secundarios, que se ofrecen por fin superpuestos a los paleozoicos.

Donde se aprecia mejor la yuxtaposición de las capas modernas es en los isleos de la costa, pues, en general, se destacan sus tableadas capas buzando al Norte y en pendientes acantila-

LA ATALAYA (LLANES)



dos al mar, apoyadas sobre la caliza de montaña, la cual, aunque forma el batiente casi continuo de estas bravas aguas, se diferencia perfectamente y aun de lejos por su escasa estratificación, tono de color, etc. Así ocurre en Santiuste (que señalo con isleo nuevo), Peña Quinera, frente a Pendueles (isleo nuevo), San Pedro de Llanes, Barro (isleo nuevo), etc.

En Llanes, que es quizás el sitio de demostración más fácil y brillante, vemos cómo las delgadas capas cretáceas (aptien-ses) que aparecen en el Sablón, sirven de apoyo al precioso paseo de San Pedro, al borde del mar, y continuando los acantilados hacia la Atalaya llegan a formar un sinclinal muy agudo en forma de V, seguido al Norte de un pliegue tendido y

suave, según se indica en el croquis adjunto; pues bien: cien metros o poco más al Oeste el cretáceo termina colocado horizontalmente en posición normal sobre la caliza cretácea de la cornisa litoral; las fotografías pueden ilustrar nuestra exposición (fots. 6 y 7).

Demostración análoga ofrece el cretáceo de Purón, isleo que también señalamos como nuevo y que se extingue, hacia el Oeste, antes de llegar al monte Soberrón, sobre la unión de la caliza de montaña y la arenisca de las laderas del Cuera.

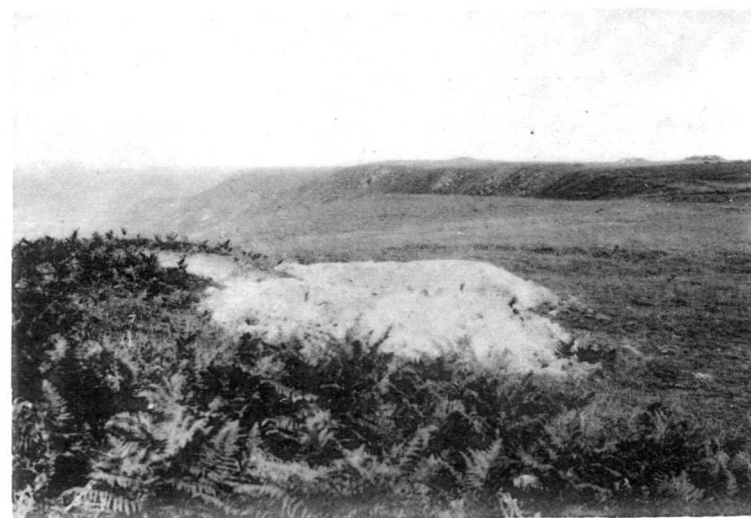
Vamos ahora con los casos considerados como más típicos por el Sr. Mengaud; como ejemplos, el cretáceo plegado al Sur del pico Jana y la ventana de Lebeña.

En el primer caso se trata de un isleo en que el aptiense se ofrece muy completo en ondulaciones algo cobijadas por la corrida de la caliza carbonífera que forma toda la corrida de la cordillera de Cuera y cuya roca parece que supone el Sr. Mengaud cabalgando sobre el anticlinal wealdense que señala en Panes; digo que parece, porque en el mismo corte hay dos disposiciones, una carbonífera, en que la caliza parece francamente superpuesta en las capas que corresponden al pie del monte, mientras los estratos cretáceos superiores, adelgazados en la porción más alta de la montaña, los coloca ya como un pequeño sinclinal isoclinal, algo pinzado, posición que corresponde a todas las manchas cretáceas; y para convencerse de ello no hay sino continuar el cretáceo a lo largo de su contacto con el carbonífero, por Narganes hasta el barranco que baja por Abandames y Alevia, y se ve cómo muere el isleo secundario, de un modo parecido a lo ocurrido en Purón sobre los estratos más antiguos unidos: la caliza de montaña y la cuarcita siluriana, que corre en larga tira hacia Covadonga. La dolomía proviene de fenómenos metamórficos posteriores y afecta a las calizas cretáceas y a las carboníferas.

El caso de la ventana de Lebeña es más patente de equi-



Fot. 4 — SANTIUSTE (Isleo nuevo). - A la izquierda (N.) tablas cretáceas apoyadas sobre la caliza dinantiense de la costa (derecha, S).



Fot. 5 — BORBOLLA - Sierra plana de la Borbolla y varias marmos sobre el perfil plano.



Fot. 6 — CRETACEO DE PURÓN (Isleo nuevo). - A la derecha (N). sierra plana de Purón en paleozoico, mostrando el barranco en que encaja el aptiense, apoyado al Sur en la caliza dinantiense de la Peñuca. (Cordillera del Cuera a la izquierda).

vocación, y ha sido bien combatido por mi compañero señor Patac. Dibuja el Sr. Mengaud una elipse dentro de la caliza carbonífera que rodea la pintoresca aldea con su histórica basílica, y supone que aquellas pizarras así limitadas son «Margas negras pizarrosas» (secundarias, de edad indeterminada), oscilando, en su opinión, unas veces de acuerdo y otras no, con el Sr. Bertrand, desde encontrarlas semejantes a «las margas negras de Bilbao», hasta «las pizarrosas liásicas de Villacarrido». Pues bien: a poco que se busque en las pizarras arcillosas o arenosas que bordean las carreteras, se encuentran restos carbonosos de flora, que parecen *calamites* o *tallos de helechos*, del mismo aspecto que los vistos en otros manchones del carbonífero inferior, tramo de Lena, de Barrois, sin que hayamos encontrado las *fusulinellas*, que abundan relativamente en este tramo y en esta región; dentro del pueblo, y entre los estratos pizarrosos, se encuentran también pudingas propias del carbonífero superpuesto a la caliza de montaña.

Cuesta trabajo comprender cómo ha podido ser confundido un sencillo sinclinal de pizarras carboníferas con un anticlinal, en ventana, de estratos secundarios, y más cuando en los altos del mismo circo de Lebeña, comunicando con Peña Rubia, se destaca brillantemente el agudo sinclinal de arcillas y psamitas permo-triásicas, visto y dibujado por el mismo Sr. Mengaud.

En mi constante afán de encontrar explicación a los errores de un Geólogo que admiro, creo que ha podido contribuir el que los plegamientos secundarios de la zona próxima a la costa se alinean casi de E. a O. y tienen disposición isoclinal al Norte, lo que les hace aparecer como cobijados por la rama Sur de los anticlinales de caliza de montaña, disposición demostrativa, en conjunto, de fuerzas orogénicas actuando de Norte a Sur y recíprocamente, y productoras de la fosa cantábrica. En cambio, respecto a las ventanas tectónicas interiores, la explicación es mucho más difícil, pues como hemos

visto en el caso de Lebeña, llega el Geólogo francés a afirmaciones rotundas de generalización que iremos analizando al avanzar el estudio de nuestros planos.

Bóveda anticlinal del Sr. Hernández-Pacheco.

El distinguido Profesor de Geología de la Universidad de Madrid había señalado, desde el año 1913, fenómenos de cabalgamiento hacia Ribadesella, montando las calizas de montaña sobre el triásico; la demostración la ofrece en una trinchera del ferrocarril de Ribadesella a Oviedo, pocos cientos de metros en esa dirección, antes de un túnel. El terreno rojizo y detrítico con yesos parece, en efecto, el triás; las calizas que lo rodean, y montan en una pequeña parte, son, desde luego, dinantienses, pues he podido encontrar en ellas *poteriocrinus*. La trinchera cortará una longitud de 40 metros de estratos rojizos, y su dimensión perpendicular no llegará a otros diez, el ancho de la vía y terraplenes; pues bien: las calizas carboníferas están caídas, en la dirección de la mayor longitud del isleo, en unos ocho metros de los 40 descubiertos, no viéndose tendencia a cerrarse los bordes en anticlinal más que en ese solo sitio, al Sur de la manchita. Debemos hacer notar el escaso espesor, menos de un metro, de alguno de los trozos de caliza carbonífera caídos y desarreglados sobre los sedimentos triásicos, y que dan escasa impresión respecto a la importancia del positivo recubrimiento.

Es el Sr. Mengaud quien, para que sirva de apoyo a sus teorías de la hoja segunda, concede más importancia al descubrimiento del cabalgamiento que el mismo profesor español, y no solamente dió el nombre de bóveda Pacheco al isleo, sino que a poca distancia, sobre la misma vía, y a la salida de un túnel, señala él otra, que a mí no me ha sido posible encontrar.

En mi opinión, la bóveda del Profesor Pacheco es el argumento más consistente en la teoría de recubrimiento de la zona examinada; pero le suponemos, lo mismo que los casos anteriores de Mengaud, como un pliegue sinclinal pequeño isoclinal oprimido entre las calizas carboníferas, que habrán caído en poca extensión, en uno de sus bordes. Los recorridos en cualquier sentido, a partir de la supuesta bóveda, no descubren ninguna otra salida triásica, no obstante el gran espesor de caliza dinantiense que se atraviesa, en desnivel, desde la vía hasta la carretera y la ría, a pocos metros en distancia horizontal.

Exceptuamos en nuestra discusión sobre hojas de corrimiento las afirmaciones del Geólogo suizo Sr. Staub, quien, habiendo cruzado en cinco días el territorio de Asturias a toda comodidad y velocidad durante el Congreso Geológico, se lanzó a juicios desdeñosos hacia los abnegados Geólogos españoles, los cuales no merecen más contestación que señalar el fundamento de ligereza en que se apoyan.

Discordancias del Sr. Patac.

Prometí públicamente a mi compañero Sr. Patac darle cuenta de los argumentos que fuere encontrando en cuanto a las discordancias entre el gotlandiense y el devoniano.

No pueden ser muy concretos mis datos en lo que se refiere a la costa de Llanes a Ribadesella, porque, según hemos visto en las notas estratigráficas, no hay más tramos representados, en estos antiguos terrenos, que la cuarcita ordovicienense, las pizarras de la segunda fauna del Suevo, el tramo de pudingas equivalentes a la arenisca roja antigua y el devoniano superior, en sus capas versicolores y grietas. Es decir, son abundantes los hiatos y no hay verdadero contacto entre los

terrenos investigados. No obstante, podemos asegurar al señor Patac que no hemos encontrado discordancia ninguna aparente de siluriano a devoniano que justifique la teoría de levantamientos en la época caledoniana.

Me refiero a que todos los estratos paleozoicos los hemos visto plegarse juntos, sin ángulo manifiesto, pues por lo demás, y existiendo la falta, casi constante, de siluriano medio y superior, así como la mayor parte del devoniano, tiene que haber necesaria y gradual discordancia, en gran recorrido horizontal, hasta salvarse el hiato de la cuarcita siluriana a la caliza dinantiense; pero esto es testigo de movimientos lentos, antes que de levantamientos montañosos.

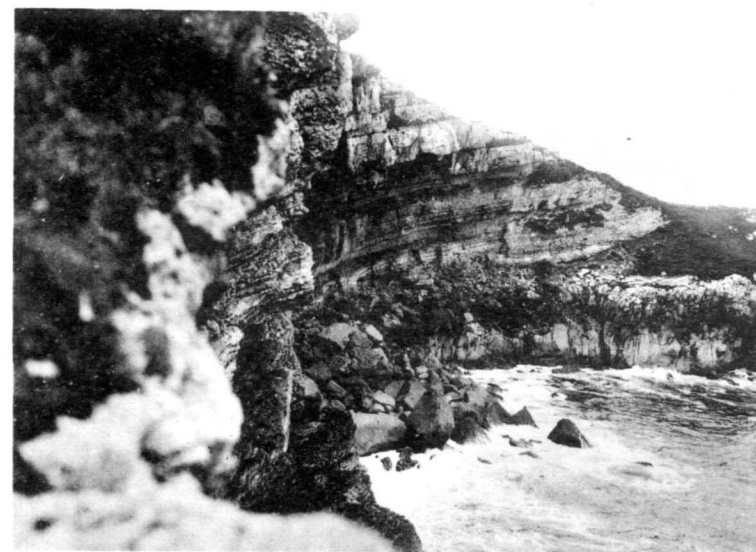
Notas morfológicas.

Al referirnos a las sierras planas, tan típicas en nuestra zona, más que puntos de discusión deseamos hacer algunas rectificaciones y observaciones que sirvan de contribución en tema ya tratado por varios Geólogos, y últimamente por mis colegas Sres. Royo y Gómez de Llarena, en un interesante trabajo sobre las terrazas y rasas litorales de Asturias y Santander.

Ante todo, hemos de hacer notar que las suaves ondulaciones que se extienden desde el mar a la cordillera de Cuera y sus prolongaciones dentro de la zona que va de Santander (Prellezo) a Nueva, aun cuando aparentan estar formadas por masas de caliza carbonífera, están constituídas por bandas de estratos diferentes que, orientados casi de E. a O., algo al NE., vienen a salir a los acantilados de la costa en corte muy sesgado; esta disposición indicada por Adaro ha sido todavía acentuada por mis competentes compañeros Cueto y Portuondo, en su bonito estudio sobre criaderos de manganeso. En segundo lugar nos fijamos en que todas las sierras planas se



Fot. 7 — LLANES. - A la izquierda la caliza carbonífera, en tierra; a la derecha, apoyadas en ella, tablas y pliegues cretáceos.



Fot. 8 — LA ATALÁ. - Capas aptienses adelgazadas sobre un cantil de caliza carbonífera.



Fot. 9 — LA GUÍA (Llanes). - Arranque, en el mar, de la sierra de Cué.



Fot. 10 — LLANES. - Al E. (izqda), el soberrón en caliza carbonífera. Al O. (derecha) la sierra siluriana de Cué. Al fondo (S), cordillera dinantiense del Cuera,

ajustan a la misma composición, siluriano y devoniano, según hemos dicho en las notas estratigráficas, y en su consecuencia podemos deducir que las corridas de sierras planas corresponden a otras tantas tiradas de rocas idénticas que alternan con los diferentes tramos de calizas y pizarras, y terminan por salir al mar, como todos los demás haces de capas. Se debe, pues, rectificar la idea de que el enrasamiento de una plana puede estar labrado en cualquier material; la realidad es que toda sierra plana representa una tira siluriana y devoniana. Y parece desprenderse también que las formas levantadas se producen por ser las rocas areniscas y porosas, pues cuando dominan, en otros haces de capas, las areniscas carboníferas, por ejemplo, se ve sobresalir algunos montículos integrados por ellas, aunque no lleguen a la altura de las sierras planas (Vidiago).

Las tiras de areniscas silurianas que señalamos parecen corresponder a la idea de anticlinales, y esto se aprecia, mejor que en las otras planas, en la sierra de Cué, que, por excepción, se hunde en la ondulación semiplana de la costa, sin llegar al mar, y lo hace rodeada de un cinturón de mármol griota y calizas dinantienses que dibujan una elipse al penetrar las rocas silurianas en el terreno.

Tienen las sierras planas, en efecto, alturas de 160 a 200 metros, y están revestidas de depósitos de turba apoyados sobre los detritus esquinudos y arenosos de la roca alterada que se encuentra siempre antes de llegar a la sana.

La ondulación de caliza dominante, sobre la que resaltan las planas, no tiene un enrasamiento definitivo, y oscila de 20 a 100 metros, guardando las alturas cierta proporcionalidad con la proximidad o alejamiento al mar.

El desgaste en los ríos o arroyos que logran atravesar estos diques arenosos es difícil, y hasta al entrar en el mar quedan en forma acantilada, sin que se aprecien las figuras de Caimán, a que se refieren los Sres. Royo y Llarena.

Tampoco hemos visto arenas sueltas ni cantos rodados que correspondan con depósitos estratificados, y paulatinamente, aunque con muchas alternativas producidas por las *torcas* o desgastes de las calizas en sumideros, van aumentando los desniveles hasta llegar a la línea de los montes del Cuera y su prolongación, con cuya cordillera se funden, por su extremo SO., todos los paquetes de capas que antes pudimos reconocer por la orilla del mar, y así ocurre con las sierras planas que van a enlazarse en el Soberrón o en los montes de Llamigo, encima de Nueva.

Sentimos no poder acompañar a los Sres. Royo y Llarena, en nuestra zona, en la enumeración y detalle de los seis niveles, sin fósiles, que encuentran a lo largo de la costa cantábrica.

A mi ver, en la hoja de Llanes no hay más nivelación aparente que la de las sierras, la cual, por otra parte, no tiene punto de comparación con la llanura de la costa de Lugo, de Ribadeo a Foz, pues allí, entre los montes y la costa, existen tongadas de pudingas y areniscas ferruginosas, descansando sobre arenas caoliníferas, y que suelen contener lignitos, es decir, depósitos delgados, pero de estratificación normal, mientras que en la zona de Llanes no he visto, ni en las rasas, ni en la ondulación de la llanura inferior, depósitos formales de cantos rodados, como no sean atribuibles a arroyos antiguos, y las únicas tongadas modernas son unas arcillas en los huecos de la caliza, donde la decalcificación ha sido importante, y en los que se encuentran, hacia la base, algo de caolín, acompañado casi siempre con manganeso; Llanes, San Roque del Acebal, etc., son ejemplos; con frecuencia hay en ellos tejas de ladrillos.

Son depósitos de aspecto continental.

En la formación de las sierras planas han intervenido dos fuerzas, que ya se me impusieron, como a otros autores, al estudiar la denudación de la costa de la provincia de Lugo; me re-

fiero al enrasamiento marino y a las oscilaciones de la costa, agentes que me parece inútil razonar y que, en cierto modo, tienen relación entre sí, pues no hay más nivelación amplia que la marina y movimiento posterior de elevación.

Lo que supongo es que sumergida la costa hasta enrasarse todos los estratos al nivel que tienen actualmente las planas, vendría después un movimiento de emergencia que ha debido durar hasta hoy. En una erosión tan prolongada debieron barrerse casi todos los depósitos marinos; las partes arenosas dieron asiento a plantas que se fueron transformando en turbas y tierras sobre las que arraigaron los brezos, constituyendo una capa defensora de la erosión, que se paralizó, conservando todavía las areniscas el nivel aproximado de la banqueta litoral, mientras que las calizas y pizarras de los demás paquetes de capas se desagregaban y disolvían, no quedando más señales de estratificación que las arcillas de las tejas.

Es asunto este de las rasas que me propongo seguir estudiando, pues, aun cuando los depósitos más modernos fosilíferos me parecen pliocenos, no me atrevo a señalar edad a los movimientos; lo que voy a citar, pues, me parece que, en cierto modo, podría ser un apoyo: es que todos los túmulos más antiguos están situados en alineaciones en lo alto y a lo largo de las llanuras elevadas, lo mismo que ocurre en Galicia con los altozanos, que debieron ser lugares menos peligrosos para los primeros hombres.

He visto mamotas en las sierras de la Borbolla, Vidiago, etcétera, ya citadas; tres en la sierra de Cué, y he creído ver indicios en la de Pimiango.

No he tenido tiempo que dedicarme, a gusto, al estudio de estas interesantes sierras, pero confío en que, con recorridos detenidos, se acabará por encontrar testigos que nos ayuden a descifrar su historia.

P. FOURMARIER

ALGUNAS CONSIDERACIONES RESPECTO DE LA TECTÓNICA DE LA ISLA DE MALLORCA

Durante la sesión XIVª del Congreso Geológico Internacional, tuve el gusto de tomar parte en la excursión a la isla de Mallorca, organizada por el Ingeniero de Minas Sr. Cincúnegui, del Instituto Geológico y Minero de España, y bajo la dirección científica de los Sres. B. Darder, Pericas y Paúl Fallot. Es para mí especial agrado el insistir sobre el poderoso interés de este viaje en un país estudiado con gran competencia por nuestros sabios colegas. Es fácil comprender que yo haya sido muy naturalmente inclinado a buscar en esta región, nueva para mí, la comprobación de mis estudios sobre otros países, y especialmente sobre los antiguos terrenos de Bélgica. Aunque manifiesten éstos los efectos de dislocaciones de una época muy distinta, no es por ello obstáculo pretender encontrar, en las zonas de plegamientos recientes, analogías que puedan conducir a un conocimiento más perfecto de los fenómenos de la tectónica.

Las consideraciones que voy a exponer no son sino simples reflexiones o sugerencias que me permito someter a mis colegas; notarán en ello el vivo interés con el cual he seguido sus explicaciones; me apresuro a agregar que, salvo muy ligeras diver-

gencias en hechos aislados, me encuentro de acuerdo con ellos sobre la observación de los hechos esenciales.

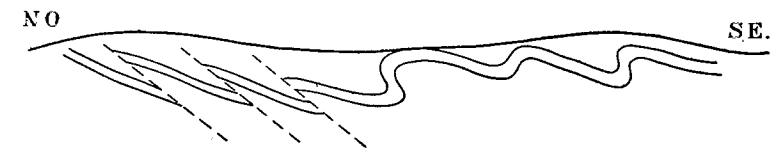
1. En mi opinión, parece existir cierta diferencia, en cuanto a su formación, entre los corrimientos de la Sierra de Levante y los de la Sierra de Mallorca. Según los cortes que hemos examinado, ofrecen los primeros un aspecto más claramente recortado que los otros; recuerdan más el tipo de los corrimientos de segunda clase, conforme a la expresión de P. Termier. Los demás se asemejan más marcadamente a los pliegues-fallas y a los cabalgamientos, sin que los mismos puedan reconocerse, sin embargo, como pliegues tendidos propiamente dichos.

2. Figurándose lo que pudiera ser un corte transversal de la isla de Mallorca, prescindiendo de los corrimientos más recientes, se tiene la impresión de un aspecto sinclinal muy llano; en efecto, es sólo en la costa Norte occidental, cerca de Bañalbufar, donde aparece el Trías inferior (Werfeniense), mientras que hacia el Sur de la Sierra de Mallorca, únicamente asoman los terrenos más recientes, a pesar de que los cabalgamientos de buzamiento Sur tengan por efecto traer a la superficie aquellos terrenos que, sin los accidentes tectónicos, quedarían ocultos en la profundidad. En la Sierra de Levante, el gran desarrollo del Jurásico y del Trías, así como la forma general de los pliegues, parecen señalar el otro flanco del pliegue principal.

La disposición transgresiva del Mioceno en el Noroeste de la isla confirma además aquella disposición.

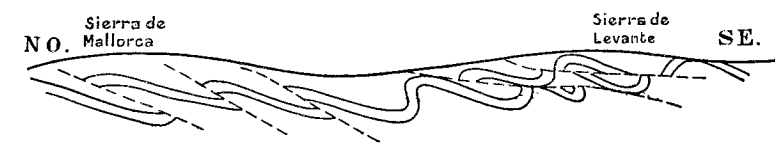
3. Bajo la acción de un empuje dirigido del SE. hacia el NO. pueden explicarse, con dicho concepto de una disposición sinclinal, los diversos caracteres de la tectónica de la región de Mallorca. Debido a la acentuación progresiva de los esfuerzos de empuje, se deformó el flanco Sur en una sucesión de pliegues vertidos al Norte; mientras que, por el contrario, es decir, en la Sierra de Mallorca, se desarrolló el aspecto imbricado o en escamas (esquema 1).

Esta estructura aparece particularmente bien definida en la parte NE. de la Sierra de Mallorca, hacia Pollensa, donde la inclinación de las capas se encontraba más pronunciada; las fallas presentan una inclinación SE. algo superior a la de las ca-



Esquema 1. — Sierra de Mallorca.

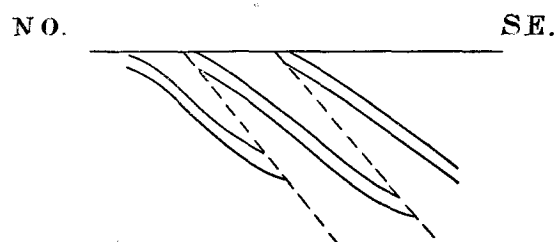
pas a las que ponen en contacto, repitiéndose de este modo los diversos terrenos cierto número de veces. En la parte SO. de la cordillera, hacia Andraitx y Sóller, ofrecen los contactos anormales una inclinación menor, y ondulan de tal manera, que los mantos vienen a señalarse sobre una superficie mucho mayor, por lo cual manifiesta el fenómeno de corrimiento una amplitud aparente mucho mayor, con todas sus complicaciones: láminas, ventanas tectónicas, retazos de mantos, etc. Las capas ondulan ligeramente de modo idéntico a las fracturas y en sentido paralelo a éstas; su buzamiento se en-



Esquema 2. — Sierra de Levante.

cuentra en general menos pronunciado que en la región de Pollensa y muy próximo al de los cabalgamientos. A pesar de tales divergencias en la disposición general entre ambas partes de la cordillera, un examen cuidadoso permite abrigar la creencia de que, desde el punto de vista de la evolución tectó-

nica, no existe casi ninguna diferencia entre los dos extremos de la Sierra de Mallorca (esquemas 3 y 4). Puede, sin embargo, suponerse que el aspecto ondulado de las fracturas en la

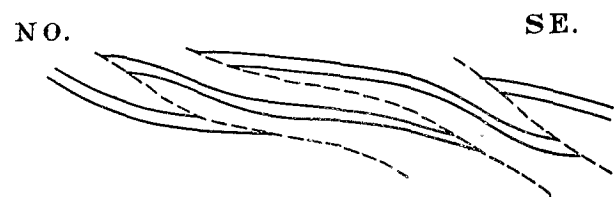


Esquema 3. — Región de Pollensa.

región SO. se debe en parte a una remoción posterior, la cual dió origen a algunas dislocaciones en los terrenos subyacentes a los macizos corridos.

Si se considera ahora la ladera SE. de la gran ondulación sinclinal, esto es, la Sierra de Levante, se observará que el esfuerzo de empuje tuvo por efecto recortar los pliegues secundarios (esquema 2), dando origen a una serie de láminas que parecen mucho más independientes del plegamiento que las de la Sierra de Mallorca.

4. Desde este punto de vista, creo ver cierta analogía en-



Esquema 4. — Región de Andraitx.

tre la tectónica de Mallorca y la de la cuenca carbonífera de Sambre-Mense, en Bélgica, donde los retrocesos tuvieron también lugar desde el Sur hacia el Norte; la similitud aparece es-

pecialmente clara en la región de Charleroi; aquí, el flanco Norte del gran pliegue de aspecto sinclinal queda caracterizado por una estructura imbricada, debida a pliegues-fallas o cabalgamientos completamente típicos; el flanco Sur, por el contrario, es una superposición de láminas corridas, sin que las fracturas que las limitan tengan ninguna relación directa con los pliegues secundarios recortados por aquéllas.

Ahora bien: parece establecido que los referidos corrimientos de la ladera meridional de la cuenca carbonífera son algo más recientes que los pliegues-fallas de la ladera Norte y relacionados con el gran corrimiento del Condroz, que rechaza al Devónico del Sur sobre el Carbonífero.

Cabe preguntarse si no es éste el caso de aplicar semejante concepto a la interpretación tectónica de Mallorca, especialmente en lo que se refiere a la edad relativa de los contactos anormales. Los corrimientos recortantes de la Sierra de Levante resultarían así de una última acentuación de los esfuerzos de empuje; serían algo posteriores a la formación de las escamas de la Sierra de Mallorca, a las que dicha última manifestación del empuje, en dirección SE. a NO. hubiera removido algo, ondulándolas, y hubiese hecho aparecer ciertas dislocaciones accesorias en la región de Sóller y Andraitx. Es ésta una sugestión que someto a la apreciación de mis sabios colegas, que tan profundamente estudiaron la geología de la isla de Mallorca.

5. Al reconocer dicha isla en el curso de las excursiones del Congreso, y examinando los mapas publicados, me llamó la atención la permanencia de ciertos rasgos característicos de la evolución de la misma.

Ya señalé anteriormente la disposición de aspecto sinclinal que se marcaba desde antes del último plegamiento por la disposición transgresiva del Mioceno, el cual, en la costa NE., descansa sobre el Werfeniense, mientras que en el borde

SE. de la Sierra de Mallorca, dicho terreno y el Oligoceno descansan sobre el Cretácico y el Jurásico, a pesar de que un intenso plegamiento hubiese afectado estos últimos terrenos antes de la época terciaria. Esta disposición sinclinal persiste aún después de los corrimientos, y parece haber favorecido la formación de los depósitos recientes en la llanura central de la isla.

Además, las ondulaciones transversales se han repetido en los mismos lugares: En la comarca de Bañalbufar, la aparición del Werfeniense corresponde a un eje anticlinal transversal; dicho eje se ha marcado en la época de la transgresión miocena, así como puede comprobarse claramente en los hermosos mapas del Sr. Fallot, eje que se revela todavía en la tectónica postburdigaliense, pues las ventanas tectónicas de Esporlas y del Puig Poniente parecen visiblemente estar relacionadas con la referida ondulación transversal.

Estos movimientos transversales aparecen más señalados en la Sierra de Levante; nuestros sabios guías han visto en ellos la explicación de ciertas particularidades geográficas de esta cordillera; es muy probable que la intensidad relativamente grande de aquellos movimientos transversales sea la causa de las diversas orientaciones observadas en el sentido de vertimiento de los pliegues secundarios; estimo que la mayoría de los congresistas que tomaron parte en la excursión han sido del mismo parecer.

PRIMITIVO HERNÁNDEZ SAMPELAYO

SOBRE LA TECTÓNICA DE ESPAÑA

El Ingeniero de Minas Sr. Carbonell, en su infatigable actividad, nos ha ofrecido la traducción de la obra de Staub *Ideas sobre la Tectónica de España*, Córdoba. 1927.

Yo creo que con ello ha hecho un señalado favor a la geología española, y aun le debemos otro agradecimiento los que a ella nos dedicamos, y es el haber suprimido del original alemán, de acuerdo con el autor, las mortificantes alusiones a los geólogos españoles.

En 84 páginas gira repetidamente alrededor de la misma idea: «En el término occidental de Eurasia, entre los Pirineos y el Atlas alto, avanza la orogénesis alpina, con dimensiones asiáticas, por España, Portugal y Marruecos, hacia el Océano.»

Y con esta idea fija, todo lo amolda a ella y viene a resultar su obra a modo de parodia de la hermosa de Argand en Asia.

Es su obsesión rechazar los movimientos orientados hacia el antiguo Mediterráneo, negando, en los levantamientos primitivos, la orientación SE. de los pliegues hercinianos, y el arco desde Gibraltar a Ceuta, entre los modernos.

Carecemos de tiempo, y quizás no nos atreviésemos a una crítica detallada, pero sí deseamos rechazar los errores de más bulto que puedan referirse a nuestra zona NO. y a los antiguos movimientos orogénicos.

Lamenta muy oportunamente el distinguido traductor que el Dr. Staub no conozca más al detalle la labor española, pues entendemos que con ello evitaría decir que fué Suess quien afirmó por primera vez los elementos principales tectónicos en nuestra península, porque de Macpherson tomó el escritor austriaco todos los datos para su obra monumental; además, en Asturias hay que tener siempre presente a Schulz el primero, y después a Adaro, Urrutia, etc.

Llama hercinides o hispanides a las antiguas cordilleras que arrancando de Asturias y Galicia forman todo el fondo occidental de nuestro país, y admite los movimientos caledonianos y hercinianos, indicando que deben existir otros anteriores, según las discordancias que señala entre los isleos silurianos y cambrianos gallegos con el arcaico entre Lugo y Orense.

Supone, además, que los plegamientos de estas tres fases, poco diferenciados, contornean a la Cordillera de Gredos y Guadarrama dándole vuelta por su extremo oriental, en la zona de Riaza, y se arrumban después todos los estratos paleozoicos hacia el Océano, al Sur de la Cordillera Central, marcando las líneas generales o directrices antiguas, que han de guiar más adelante a las olas tectónicas modernas, con lo que demuestran un fondo de unidad, en la repetición del fenómeno, que queda grabado de Levante a Poniente.

A esta exposición esquemática debemos hacer las siguientes observaciones. Las discordancias arcaicas que señala en el Norte de Moncalvo y entre Lugo y Orense *no existen*, pues el cambriano y el siluriano *están concordantes* con el estrato cristalino, como ya pudo comprobar el sabio Charles Barrois al *recorrer* el país, afirmando que «on passe insensiblement des couches archéennes supérieures aux couches cambriennes inférieures. Je n'ai nulle part-observé entre elles de discordance de stratification».

Como una prueba de los movimientos caledonianos, señala

la falta de estratos devonianos entre Ribadeo y Tineo. ¿Por qué? Si el plegamiento se efectuó en el gotlandiense, y los escasos depósitos de esa época se pliegan isoclinalmente con los cambro-silurianos, lo natural será que falten. En apoyo de lo que decimos están las recientes publicaciones del Geólogo W. Kegel: *Desbachtungen zum tektonischen Ban des Asturisch-Kantabrischen gebirges.* — *Zeitschr. der Deutschen Geol. Ges. Bad.* 79. — Vol. III-IV, Berlín, 1927. — «Nota bibliográfica G. de Llarena» *B. R. S. H. Nat.*, octubre 1927.

El segundo argumento para demostrar el movimiento caledoniano, estriba en la discordancia que tienen en Almadén los sedimentos silurianos y devonianos. Esta discordancia, tan evidente para el Sr. Staub, se aclara mal sobre el terreno y escapó al mejor conocedor del yacimiento, D. Casiano de Prado, y también a Verneuil, a más de que ninguna de estas pequeñas causas parece deben servir como demostración clara de un movimiento orogénico importante y darlo de pasada, sin análisis en que apoyarlo.

Hay un punto en que se acusa bien la falta de consistencia de los argumentos de Staub. Me refiero a la curva de los hercinides asturianos alrededor de la cordillera de Gredos-Guadarrama, por su extremo oriental, en la unión de las provincias de Segovia, Guadalajara y Madrid. Pues bien: prescindiendo de algunos rumbos del siluriano en esta última provincia, las orientaciones al NO. son contrarias a la teoría de la arrogante curva *Castellana*, inventada por Staub, y, del mismo modo, ampliamente contrarias en la mayor mancha paleozoica española: Ciudad Real, Toledo, Cáceres, Huelva, etc., donde los arrumbamientos son NO. y ONO.

En la página 52, y sin indicar su procedencia, describe los fenómenos de cobijadura, ya estudiados por Bertrand y Mengaud, en la costa de Llanes, afirmando la existencia de las dos hojas de corrimiento, que estudiamos y discutimos en otro tra-

bajo que se inserta en este mismo número de las NOTAS Y COMUNICACIONES DEL INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA.

Por último, se puede afirmar que las formaciones secundarias que van de Gredos a Cangas de Onís, aunque interrumpen aparentemente los arcos hercinianos, no afectan para nada a la significación tectónica de los plegamientos paleozoicos, que pinzan entre sí a los delgados depósitos aptienses y con ellos han sufrido los primeros movimientos alpinos.

En resumen: los errores en que indudablemente incurre el Geólogo Sr. Staub, no obstante su indudable competencia, son seguramente debidos, en lo que a los macizos y plegamientos del NO. de España se refiere, a falta material de tiempo para recorrer detenidamente el terreno que describe y para estudiar la literatura científica española publicada con referencia al mismo.

ENRIQUE RUBIO

PRINCIPALES MÉTODOS SEGUIDOS EN EL INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO PARA LAS INVESTIGACIONES DE PETROGRAFÍA CUANTITATIVA

Medida de los índices de refracción.

En el trabajo publicado por el *Boletín del Instituto Geológico* — en su tomo XLV, quinto de la tercera serie —, explicábamos el procedimiento seguido en el Laboratorio Petrográfico del Instituto para la medida de los índices de refracción de los cristales por medio del refractómetro de bola de Abbe, modificado por Pulfrich. Es efectivamente éste el procedimiento que más comúnmente hemos venido aplicando, por estar basado en la reflexión total y ser aplicable tanto a pequeños cristales o trozos de un cristal aislados, como hasta a aquellos que aparecen en una preparación para el microscopio, sin más que tener en cuenta las observaciones y advertencias de manipulación que ya expusimos en la citada publicación.

Sucede a veces, sin embargo, que puede el observador proveerse de cristales aislados del mineral cuyas constantes ópticas trata de medir, y de tamaño, transparencia y perfección suficientes para que su manipulación no resulte molesta; y en

estos casos, nosotros solemos aplicar también como complemento y comprobación de las medidas de los índices de refracción ya hallados con el refractómetro, otros procedimientos que, aunque indirectos, son de un excelente resultado.

Así, por ejemplo, el uso del goniómetro de reflexión con limbo horizontal, según Malus-Babinet, para la medida del ángulo de desviación mínima, cuya relación con el índice de refracción es una cuestión conocida en física óptica, nos ha sido de gran utilidad en aquellos casos en que, como antes decíamos, hemos podido obtener o tallar prismas de caras perfectamente planas del cristal cuyas constantes ópticas investigábamos.

Siguiendo, pues, el cometido expresado en la primera de estas publicaciones (*Boletín*, tomo XL-XIII-III, tercera serie), paso a exponer al detalle este procedimiento, con las observaciones que la práctica nos haya podido sugerir.

Medida de los índices de refracción por el método de la desviación mínima con el goniómetro de reflexión.

Acabamos de decir que la medida de los índices de refracción por este procedimiento se hace indirectamente, midiendo la desviación mínima, cuya relación con el índice de refracción, es una cuestión conocida en física óptica, y así es, en efecto; esta relación es la siguiente:

$$n = \frac{\text{sen } \frac{A + d}{2}}{\text{sen } \frac{A}{2}}$$

En la cual, y como puede verse en la siguiente figura, las diferentes letras representan:

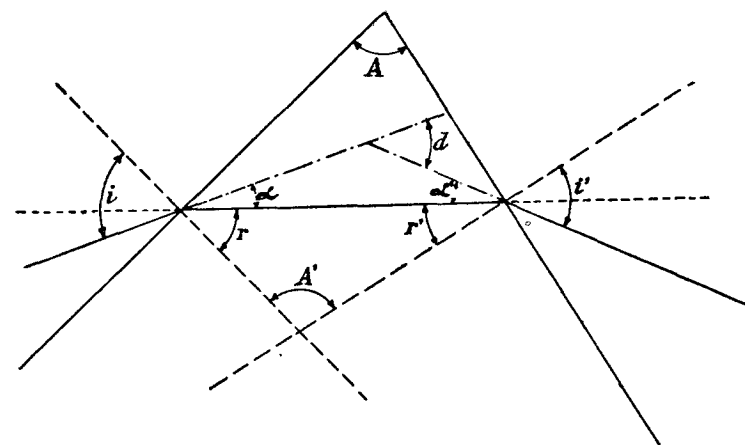


Fig. 1ª

n = Índice de refracción de la sustancia constitutiva del prisma;

A = Ángulo refringente del prisma;

i = Ángulo de incidencia del rayo de luz;

r = Ángulo de refracción;

d = Ángulo de desviación total;

y siendo i' y r' los ángulos de emergencia y refracción en la cara opuesta del prisma.

El valor de d (ángulo de desviación total) es mínimo cuando i y i' son iguales y r y r' también. Es decir, cuando la parte de rayo comprendida entre las dos caras del prisma está igualmente inclinada sobre éstas, y además los ángulos de incidencia y emergencia son iguales.

En este caso se dice que el ángulo d es el de desviación mínima.

Para justificar la anterior relación y lo últimamente expuesto, basta recordar las fórmulas del prisma, basadas sobre la de Descartes, y que aunque aquí estén quizás fuera de lugar y baste la consulta de un libro de Física óptica para re-

cordarlas, las exponemos a continuación, en el afán de facilitar lo más posible la misión del operador.

Si recordamos, pues, las fórmulas de refracción a través de un prisma que se deducen de la general de refracción

$$\frac{\text{sen } i}{\text{sen } r} = n,$$

tendremos:

$$\text{sen } i = n \text{ sen } r$$

$$\text{sen } i' = n \text{ sen } r'$$

$$A' = 180^\circ - (r + r')$$

$$A' = 180^\circ - A$$

$$A = r + r'$$

$$d = \alpha + \alpha'$$

$$\alpha = i - r$$

$$\alpha' = i' - r'$$

$$\alpha = i - r + i' - r'$$

$$\alpha = i + i' - (r + r') = i + i' - A$$

El valor de d será mínimo cuando $i = i'$ y, por tanto, $r = r'$.

En ese caso,

$$A = 2r \quad \text{y} \quad d = 2i - A;$$

de donde

$$r = \frac{A}{2} \quad \text{y} \quad i = \frac{A + d}{2},$$

o sea,

$$n = \frac{\text{sen } i}{\text{sen } r} = \frac{\text{sen } \frac{A + d}{2}}{\text{sen } \frac{A}{2}}$$

Así, pues, si se consigue medir el ángulo del prisma A , y además el ángulo de desviación mínima d , por medio de una sencilla operación conoceremos también el valor n del índice de refracción de la sustancia constitutiva del prisma, que es el objeto perseguido.

Veamos ahora la manera de conseguir esto con el goniómetro de reflexión.

Descripción del goniómetro de reflexión.

El aparato que empleamos para estas clases de medidas en el Laboratorio del Instituto Geológico ha sido construído por la casa R. Fuess, y es el denominado goniómetro de reflexión, con

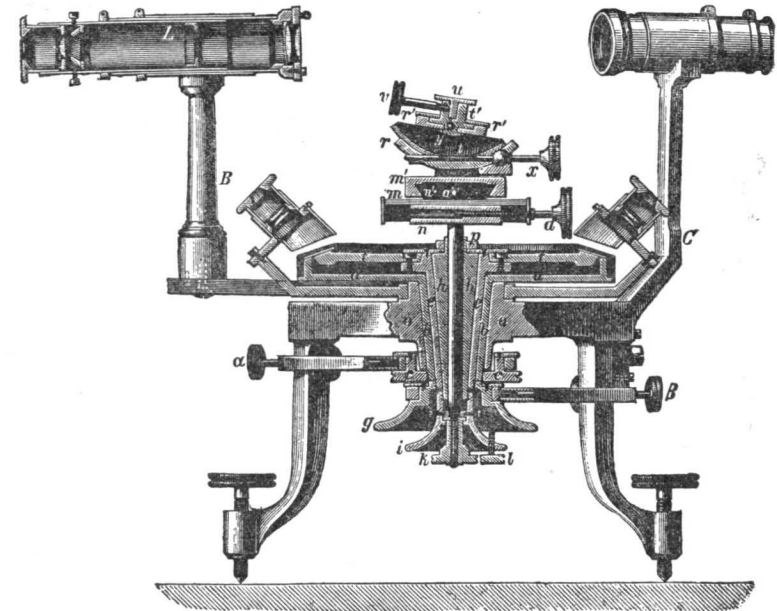


Fig. 2.ª

limbo horizontal, modelo número 2, modelo que si bien no es aplicable cuando se trata de medidas muy precisas, sobre todo en aquellas en que se investigan las variaciones de los ángulos de los cristales con la temperatura o bien mediciones espectrométricas muy exactas, es, en cambio, muy suficiente para la mayoría de las investigaciones cristalográficas.

Este aparato es el representado en las figuras 2.ª y 3.ª a un tamaño aproximadamente un cuarto del natural.

La figura 2.^a representa una sección vertical del aparato y la figura 3.^a una perspectiva.

En la caja cónica *o* del trípode que se apoya en tres tornillos de nivelación, se adapta el eje *b*, que está unido por su

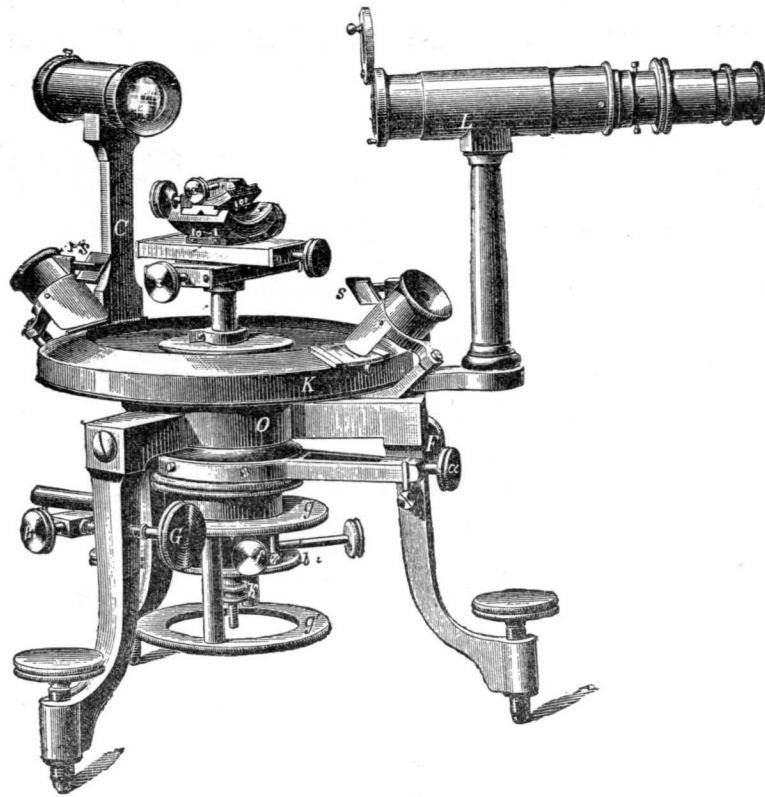


Fig. 3.^a

extremo superior al limbo *d* con dos nonius diametralmente opuestos.

Para proteger a estos nonius y al limbo existe encima de *d* una plataforma provista de dos ventanillas con protección de vidrio y colocadas de modo que dejan ver los nonius.

El extremo inferior de *b* se ajusta al anillo *c*, sobre el cual

gira, permitiendo así el movimiento del limbo. Para fijar los nonius se tiene el tornillo de presión a y el de precisión F .

En la parte inferior del limbo d se ha fijado un brazo horizontal que soporta la columna B del telescopio de observación L .

El tornillo fijador β y el micrométrico G , son los tornillos de funcionamiento del limbo.

Los f y k sirven para el giro y elevación de la pinza universal.

La división del limbo es de $15'$, y con la ayuda de los nonius se puede leer $30''$ y estimar hasta $15''$.

Para la lectura de los nonius existen dos lupas con lentes aplanáticas y con espejos iluminadores S , que van fijados en dos brazos que les permiten girar alrededor de un anillo común.

En el interior de e se encuentra un eje hueco h en cuyo extremo inferior está la rodela i con el tornillo de fijación L . El eje h permite hacer los giros necesarios para el centrado y ajuste independientemente del limbo.

A través del eje hueco h pasa la barra cilíndrica que soporta la pinza con movimiento universal.

La pinza universal está sujeta al extremo superior de esta barra por un tornillo de presión que permite sustituir con toda facilidad esta pinza por cualquier otro accesorio.

Para el centrado del eje de los cristales que se observan, se emplean las correderas m y m' con los tornillos a y a' de la citada pinza.

El brazo c soporta el tubo colimador y va sujeto al trípode por un gran tornillo de sujeción y tres tornillos de corrección mediante los cuales se consigue hacer que el eje del colimador y el del aparato sean perpendiculares.

En la parte anterior del colimador va un diafragma tipo Websky limitado por dos rodela circular que da la imagen más a propósito para la clase de medidas de que se trata.

Con lo antedicho queda brevemente descrito el aparato; veamos ahora la manera de utilizarlo para la medida del ángulo de desviación mínima.

Modus operandi. — El mineral debe tener ante todo un ángulo diedro o dos bien determinados y con sus caras perfectamente planas; esto es de suma importancia, pues la curvatura de cualquiera de las caras puede acarrear graves errores.

Es práctico cubrir una parte de las caras con un barniz mate y no dejar libre más que las partes que se hayan de utilizar.

Dado que, como hemos indicado, la fórmula que relaciona el índice de refracción de una sustancia con el ángulo de desviación mínima d y el diedro de las caras que se observan A es

$$n = \frac{\text{sen } \frac{A + d}{2}}{\text{sen } \frac{A}{2}}$$

el problema se reduce a medir los ángulos A y d .

Medida del ángulo A. — Para la exactitud de esta medida y de todas las demás, es preciso que la arista del ángulo A sea paralela al eje vertical de giro del aparato. Para ello se pega el cristal con cera a la plataformita superior de la pinza universal y se coloca sobre dicha pinza de manera que una de las caras del diedro A sea aproximadamente paralela al movimiento de uno de los carros circulares (esto facilita la operación).

En seguida se pone el colimador y el anteojo en una posición perpendicular uno a otro.

Se hace girar el anteojo de observación hasta que la imagen del difragma de Websky que se refleja sobre una de las caras de A se vea en el centro del campo del anteojo.

Se centra esta imagen moviendo de preferencia el carro circular paralelo a una de las caras.

Ahora se vuelve a hacer girar la pinza con el cristal, hasta que aparezca la imagen reflejada por la otra cara en el campo

del anteojo de observación. Se centra esta imagen y se repite la observación y centrado tantas veces como sea necesario hasta que resulte la imagen perfectamente centrada para ambas caras. En este momento ya tenemos la seguridad de que si las caras del ángulo diedro son planas, su arista se encuentra paralela al eje vertical de giro del goniómetro.

Ahora, para medir el ángulo A , se mueve el tornillo micrométrico hasta que el hilo vertical del retículo del anteojo de observación pase por el centro de la imagen de la ranura, cuya imagen debe hacerse de antemano que sea lo más clara y perfecta posible. Hecho esto, se leen los ángulos que marcan los nonius.

Se deja completamente fijo el anteojo y se afloja el tornillo que permite girar la pinza universal unida al limbo graduado, hasta conseguir que la imagen reflejada por la otra cara venga al campo del anteojo. Se fija entonces el giro de la pinza y limbo y se afina el centrado de la imagen con el tornillo micrométrico de dicho giro hasta volver a conseguir que el centro de la imagen coincida con el hilo vertical del retículo de observación.

Se vuelven a leer los ángulos de los nonius y se anotan sus lecturas.

Si llamamos a y a' a las primeras lecturas y b y b' a las segundas, tendremos que

$$A = 180^\circ (a - b) = 180^\circ - (a' - b')$$

Esta operación se debe repetir varias veces hasta que los resultados que se obtengan sean completamente seguros, y una vez esto conseguido tendremos el valor de A , ángulo diedro de las dos caras sobre las que se está operando.

Medida del ángulo d. — Para esta medida lo primero que hay que hacer es fijar el círculo graduado, que debe permanecer inmóvil durante las operaciones que conducen a esta observación.

Después de hecho esto, se coloca el cristal de manera que la luz que viene del colimador penetre por una de las caras del diedro A , y se mueven pinza y antejo hasta conseguir que la imagen que emerge por la otra cara del diedro aparezca en el campo del antejo de observación.

Se hace girar entonces la pinza con cuidado y se verá que la imagen avanza en cierto sentido y al llegar a determinada posición empieza a retroceder. Este punto del retroceso es el importante y en él se debe fijar la posición de la piana que soporta el cristal.

Se mueve ahora el antejo hasta hacer coincidir exactamente el hilo vertical del retículo con el centro de la imagen en esta posición límite y con el nonius se lee la lectura que podemos denominar a .

Ahora se hace girar la pinza con el cristal hasta que ocupe una posición simétrica a la anterior, y moviendo el antejo se busca la imagen en su posición límite, repitiendo las mismas operaciones que anteriormente y se obtiene una segunda lectura b .

Pues bien: el ángulo d de desviación mínima es igual a la mitad de la diferencia entre ambas lecturas, es decir, que

$$d = \frac{a - b}{2}.$$

Este procedimiento, como se ve, es sencillo y bastante rápido, siempre que, como se ha dicho, se disponga de cristales de suficiente tamaño y de caras perfectamente planas, siendo muy especialmente usado por nosotros en la medida de índices de cristales artificiales con destino a aparatos de óptica, pues es muy preciso, si bien necesita sumo cuidado en las operaciones, como es natural.

Dado que, como ya se sabe, el índice varía según la clase de luz empleada y que aquella a que principalmente se refieren las medidas es a la raya D del espectro, nosotros efectuamos

esta operación alumbrando con una lámpara de sodio con mechero de gas.

Todo esto se va apuntando en la forma que sigue:

Ejemplo.—Medida del índice de refracción de un prisma de Cronglass, número 5 de nuestra colección.

Angulo refringente $A = 50^\circ$,

Angulo de desviación, $d = 36^\circ 30'$

Alumbrado... raya D con el mechero de sodio.

$$A = 50^\circ \quad \text{sen } \frac{A}{2} = \text{sen } 25^\circ = 0,42262;$$

$$d = 36^\circ 30' \quad \frac{A + d}{2} = 43^\circ 15'; \quad \text{sen } \frac{A + d}{2} = 0,68518;$$

$$\text{índice } n = \frac{\text{sen } \frac{A + d}{2}}{\text{sen } \frac{A}{2}} = \frac{0,68518}{0,42262} = 1,6212.$$

Con esto queda descrito el procedimiento de la medida de los índices de refracción por el método del ángulo de desviación mínima; y para terminar, sólo réstame añadir, que al trasladar estas notas al papel, no puede por menos de resurgir en mí el vivo recuerdo de mi cada vez más inolvidable maestro D. Domingo de Orueta, que con su santa paciencia y su manera admirable de explicarme las cosas y enseñarme la práctica y manipulación de estos aparatos, me iba iniciando en la árida tarea de las medidas petrográficas.

Aquellas lecciones tuyas en este Laboratorio del Instituto y en el suyo particular de Lagasca, 116, en que las horas se me pasaban sin sentir oyéndole discurrir y viéndole manipular con su rara habilidad, desgraciadamente, no volverán.

Es la primera vez que mis notas sobre estos temas van sin su visto bueno o sus acertadas observaciones, y si en ellas hay alguna deficiencia, es ciertamente debido a falta de retención por mi parte de sus advertencias y claras explicaciones.

CONFERENCIA DEL EXCMO. SR. D. PEDRO DE NOVO Y FERNÁNDEZ CHICARRO EN EL INSTITUTO GEOGRÁFICO Y CATASTRAL

El Ingeniero, Vocal del Instituto Geológico, D. Pedro de Novo, dió el 25 de enero una interesante conferencia en el Instituto Geográfico y Catastral.

Comenzó su disertación manifestando que justificaba su presencia en aquel lugar, donde los Ingenieros del Instituto Geográfico habían de explicar las distintas labores de aquel Centro, la conveniencia de que alguna vez se oyese la voz de los que juzguen dichas labores, cada cual dentro de la esfera de sus actividades.

Con tal motivo hizo resaltar la capital importancia que supone poseer un buen mapa topográfico y que nadie aprecia tanto como el que dedica su actividad a la Geología, quien, asimismo, advierte el extraordinario mérito de nuestros Geólogos del pasado siglo, desde D. Casiano de Prado hasta Mallada y Cortázar, que utilizaron para sus memorables reconocimientos y memorias mapas imperfectísimos.

Expuso luego el notable paralelismo de las labores de ambos Institutos en sus diversos grados, y con varios ejemplos gráficos demostró de qué modo ayudan las curvas de nivel a la rápida interpretación de una observación geológica, de manera que puede decirse que el mapa topográfico, con curvas de nivel, estrecha los límites del problema que el geólogo se

plantea, al permitir la construcción geométrica que obliga a las capas a seguir determinada marcha, so pena de ajustarse a curvas incompatibles con su naturaleza y estado. En suma, que los detalles del mapa topográfico son imprescindibles para fijar la verdadera estratigrafía, con lo cual se evidencia la correspondencia de las labores de ambos Institutos en este primer grado.

Para ampliar lo antes expuesto explicó el plan a que obedece la formación del nuevo mapa geológico en escala 1:50.000, y sacó oportunas deducciones acerca del método que impone al mapa geológico la marcha que ha seguido el Instituto Geográfico en la publicación de sus hojas. Especialmente se fijó en las regiones en que se necesita el mapa topográfico no puramente para fijar la estratigrafía, sino por su interés minero o para la investigación de las aguas subterráneas.

Pasando a un orden más elevado de conocimientos advirtió que, así como los detalles de relieve que se advierten en una hoja que abarca sólo 500 kilómetros cuadrados son de aplicación inmediata a la estratigrafía, los que destacan en las mil hojas que completan el territorio nacional mostrarán la estructura del suelo y su tectónica.

Luego consideró al valor de las observaciones geológicas con relación a las geodésicas y geofísicas, pues afirma que la Geología examina sólo la forma más superficial de la corteza, como si dijéramos, las arrugas del ropaje debidas a la forma del cuerpo que envuelve; que nuestra ciencia explica ciertamente las formas topográficas, pero que respecto de la constitución interna del Globo, sólo puede averiguar algo por medio del estudio de los magmas, y que en cuanto al estudio físico de aquél, aguarda la explicación fundamental de boca de la Geodesia y de la Geofísica.

Recordó que esa misma escala de conocimientos que sigue el Instituto Geográfico, desde la vulgar topografía hasta los al-

tos estudios de Geodesia, puede paralelizarse con la que sigue nuestro Instituto cuando se eleva desde los rasgos fisiográficos hasta las grandes concepciones orogénicas, o cuando en escala descendente, aprovecha las últimas teorías para aplicar sus deducciones con carácter industrial a la probable génesis de los criaderos minerales.

Pasando a consideraciones de otro orden, hizo resaltar la enorme transcendencia que implica la posesión del criterio o sentimiento geográfico para juzgar el verdadero valor de nuestro territorio, razón de ser del asiento de sus poblaciones e industrias y vías de comunicación.

Por último recordó también el notable resultado del Congreso Internacional de Geología, celebrado en Madrid hace menos de dos años, y del que le precedió, de Geodesia y Geofísica, tan admirablemente organizado por el Instituto Geográfico, y sostuvo que debe aprovecharse el prestigio adquirido en dichos Congresos y en el reciente de Praga, donde tan notables trabajos presentó el Instituto Geográfico y Catastral, para procurar que en las naciones hispánicas realicen los levantamientos de mapa los Ingenieros españoles, en competencia, sin duda airoso, con los europeos y norteamericanos que hoy suelen ejecutarlos.

* * *

Cuando el Sr. Novo terminó su conferencia, el Director del Instituto Geográfico, el Excmo. Sr. D. José de Elola, manifestó que por excepción contestaría al conferenciante, en vista de la importancia de muchos de los conceptos que había expuesto, para expresarle su gratitud por el fraternal elogio que había hecho del personal a sus órdenes, no por justo menos digno de gratitud, y a la vez para ofrecer el concurso incondicional a nuestro Instituto que con tan sólidas razones había recabado nuestro compañero.

RICARDO DE MADARIAGA

INTRODUCCIÓN A UN ENSAYO DE SINCRONIZACIÓN DE CUENCAS CARBONÍFERAS ESPAÑOLAS

Los excelentes resultados obtenidos con la aplicación de los métodos paleontológicos al conocimiento geológico puro e industrial de muchas cuencas extranjeras, europeas y americanas, inducen a emprender un estudio análogo en las cuencas españolas.

Francia, Inglaterra, Bélgica, Alemania y los Estados Unidos fueron las naciones que marcaron el paso en esta clase de estudios, reconociendo sus cuencas paleontológicamente de tal manera, que hoy día cuentan dichos países con una copiosa literatura, conociéndose actualmente la distribución vertical y horizontal de la fauna y flora hulleras con sorprendente precisión. Consecuencia inmediata de este conocimiento, fué la división del terreno carbonífero en tramos y subtramos, y éstos, a su vez, en subdivisiones de orden inferior, que fueron comparadas entre sí en las diferentes cuencas, llegando de esta manera a sincronizar, hasta en sus últimas divisiones, depósitos que por simple examen litológico no hubieran podido siquiera compararse, ya que la identidad de rocas no es indi-

cio suficiente de igual edad, y que rocas diferentes pueden ser coetáneas.

Los resultados prácticos de esta sincronización no se dejaron esperar, y pronto las Empresas explotadoras de hulla, en su deseo de no fracasar (como habían fracasado algunas, aplicando otros métodos) en las investigaciones sobre prolongación subterránea de sus cuencas, se interesaron en la aplicación de los métodos paleontológicos, encargando a especialistas el estudio de los testigos de los sondeos desde el punto de vista de su flora y de su fauna, siguiendo de esta manera, con la escala estratigráfica de la cuenca a la vista, los niveles que atravesaba la sonda, y pudiendo decidir a tiempo, si el emplazamiento o la continuación del sondeo eran acertados y de resultados económicos positivos. De esta suerte, los demás métodos estratigráficos cedieron el puesto decisivo al método paleontológico, quedando aquéllos, no como inútiles, sino como auxiliares de éste.

No voy a detallar aquí todo lo concerniente a la aplicación de los métodos paleontológicos. El interesantísimo trabajo del sabio Ingeniero de Minas belga Sr. A. Renier, titulado: *Les Méthodes Paléontologiques pour l'étude stratigraphique du terrain houiller*, Béranger, Paris, explica con suma claridad todos los detalles relativos a estos estudios. Sólo voy a indicar brevemente en qué consisten los citados métodos, que reduce a dos el citado autor, y cuya aplicación simultánea resuelve el problema estratigráfico, que puede enunciarse como sigue: «Dado un tramo cualquiera del terreno hullero, determinar su nivel estratigráfico.»

Para la mejor comprensión de ambos métodos, el autor hace una comparación muy acertada. Considera la serie estratigráfica como la serie cromática del espectro solar, variando en aquélla los caracteres paleontológicos de la misma manera progresiva y continua como varían en ésta los colores. Dada,

por tanto, una zona, se puede saber a qué región del espectro o, análogamente, a qué nivel estratigráfico corresponde. La variación progresiva de los caracteres paleontológicos es consecuencia de las dos leyes siguientes: 1.^a Las especies, animales o vegetales, tienen existencia limitada en el tiempo; y 2.^a La aparición y desaparición de las diversas especies no es simultánea. Por tanto, el conjunto de sus caracteres paleontológicos es lo que determina cada zona. Este es el fundamento del primer método.

Por otra parte, si seguimos la comparación de la serie estratigráfica con el espectro solar, observamos en éste rayas oscuras, que caracterizan ciertas regiones del mismo, así como en aquélla existen bancos de rocas que hacen destacar determinados niveles. En esto consiste la aplicación del segundo método, regido por la llamada ley de Smith: «Cada banco posee caracteres paleontológicos que le son propios.» Participa, como se ve, y es, en cierto modo, un perfeccionamiento del método litológico, ya que los caracteres paleontológicos son más constantes que los litológicos. Los bancos de caracteres especiales son, pues, en este método, los que determinan las zonas.

La aplicación de estos dos métodos combinados, es el camino que hay que seguir para resolver el problema estratigráfico. Ambos, empleados simultáneamente, darán un conocimiento perfecto del nivel estratigráfico de una zona cualquiera.

Como se deduce de lo que antecede, para poder aplicar estos métodos es necesario un conocimiento perfecto de la distribución vertical y horizontal de las especies en toda la serie estratigráfica hullera, y esta labor es la que hicieron los países citados al principio, durante muchos años, y que siguen haciendo sin interrupción. Basados en estos trabajos, largos y pacienzudos, pudieron establecer las escalas estratigráficas de la mayoría de sus cuencas hulleras y proceder a su sincro-

nización, pudiendo entonces acometer los problemas prácticos, como el citado al principio. Así se comprobaba una vez más cómo los trabajos aparentemente de pura especulación, servían después para resolver importantes problemas industriales, donde una desacertada actuación podía comprometer importantes intereses.

En lo que respecta al estado actual de conocimientos sobre la edad de nuestras cuencas hulleras, hay que confesar que no son muy extensos todavía. Se debe esto, principalmente, al método seguido, que ha sido siempre, salvo en contados casos, el litológico, y que, como dejamos apuntado más arriba, no da los resultados apetecidos. Puede decirse, sin exageración, que el grado mayor de precisión obtenido hasta ahora, ha sido la agrupación de las cuencas en los dos tramos del carbonífero productivo, el westfaliense y el estefaniense. La sincronización de las subdivisiones de orden inferior está todavía por hacer. Únicamente en distritos próximos de la misma cuenca, en los que la variación de los caracteres de las rocas no existe o es pequeña, se han sincronizado, por ser de necesidad en la explotación de las minas, los paquetes de capas y bancos más importantes, si bien los resultados obtenidos demuestran en muchos casos la dudosa eficacia del método seguido.

Cabe pensar, por el legítimo deseo de ahorrar tiempo y trabajo inútil, en la posibilidad de utilizar, para la sincronización de nuestras cuencas, el rico arsenal de datos sobre la distribución de especies que existe, de las cuencas europeas, sobre todo de las francesas y belgas, por ser las más afines a las nuestras; pero sobre este ahorro de tiempo y trabajo no cabe forjarse muchas ilusiones. En efecto, la aparición y desaparición de una especie determinada puede suceder, para diferentes localidades, en épocas diferentes, y esta diferencia de épocas tendrá más probabilidades de ser mayor cuanto mayor sea

la distancia que separa dichas localidades. Esto sucede, por ejemplo, con algunas especies de las cuencas del Norte de Francia, comparadas con las mismas especies de las cuencas inglesas, si bien este hecho no altera en nada la absoluta concordancia de ambos grupos de cuencas. Y cuando esto ocurre en cuencas tan próximas como las ya citadas, es lógico pensar que la discrepancia en la aparición y desaparición de especies sea mayor entre las cuencas francobelgas y las nuestras, en razón a la mayor distancia que las separa. Claro es que el error en la utilización de aquellos datos sería cada vez mayor, a medida que las divisiones del hullero que intentáramos equiparar fuesen de un orden cada vez más inferior, e inversamente. Por esta razón, las divisiones de orden más superior del carbonífero, dinantiense, westfaliense y estefaniense, pueden sincronizarse por su carácter paleontológico, sin error alguno, con los depósitos correspondientes del resto de Europa; en cambio, sería poco menos que imposible la sincronización, por ejemplo, de un determinado paquete de capas de una cuenca española con otro de una cuenca europea.

Por las razones apuntadas se ve, que si se quiere conseguir una fijación de tiempo, lo más perfecta posible de nuestras cuencas hulleras y que sea precisa hasta en las últimas subdivisiones de nuestra serie carbonífera, con vistas a poderla utilizar en los casos prácticos, es de todo punto necesario el estudio preliminar de la distribución vertical y horizontal de las especies fósiles de todas nuestras cuencas. Las notas que siguen y las que aparecerán en esta revista con el título general de «Notas sobre la distribución de especies fósiles del carbonífero», tienen por objeto contribuir, en la medida de nuestras fuerzas, al conocimiento de esta distribución, y a intentar, siempre que sea posible, buscar las relaciones de unas cuencas con otras, apoyándose siempre en los datos paleontológicos.

NOTAS SOBRE LA DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES FÓSILES DEL CARBONÍFERO

Observación preliminar.

A fin de contribuir a la formación de los cuadros de distribución de las especies con la mayor exactitud posible, todas las que se citan en estas notas llevan la indicación del lugar exacto donde fueron encontradas. Para aquellas que provienen de la cuenca central de Asturias, se indica además el nivel estratigráfico exacto de donde proceden. De esta manera, tomando esta cuenca como tipo, cuando se tengan los datos suficientes, se podrán sincronizar con ella las demás cuencas westfalienses. No podemos hacer lo mismo con las estefanienses, ya que por ahora no se puede tomar ninguna como tipo, hasta no tener algo avanzado el estudio de la distribución de las especies. Nos limitaremos, pues, para todas estas cuencas, a citar el lugar exacto del hallazgo de las especies. Lo mismo sucede para los yacimientos atribuidos al Culm.

La división que adoptaremos para el carbonífero será la admitida generalmente, o sea, en inferior, o Culm-Dinantiense, medio o Westfaliense y superior o Estefaniense. El Westfaliense se subdivide a su vez, tomando como tipo la cuenca central asturiana, en los tramos inferior, medio y superior. El inferior se extiende desde las primeras pizarras y areniscas que se apoyan en la caliza de montaña (Dinantiense) o en el Culm (en

cuyo caso la delimitación no es muy precisa) hasta la pudinga hullera, base del Westfaliense medio. Contiene en la base un subtramo estéril de pizarras y areniscas llamado subhullero. Después otro, formado por alternancias de pizarras, areniscas y calizas. Este subtramo contiene varias capas de carbón llamadas Capas de las Calizas. Por último, viene el paquete de las Generalas. La separación de los tramos medio y superior no está bien precisada todavía, y por esta causa sólo diremos de ellos que contienen varios bancos de arkosa, y que en las zonas superiores abundan las calizas gonfolíticas. Los paquetes que forman dichos tramos son, de abajo arriba, los siguientes: San Antonio, María Luisa, Sotón, Entrerregueras, Sariego y Modesta.

Respecto a la subdivisión del Culm y del Estefaniense no diremos nada, ya que ninguna de estas cuencas se ha de tomar por ahora como tipo de las demás de su categoría.

1. Carbonífero de Teverga. — Es interesante el estudio de la distribución de la flora del carbonífero de Teverga, por radicar en él un contacto del Westfaliense inferior con el Estefaniense, sin existir los tramos medio y superior de aquél.

La cuenca de Teverga tiene por base la caliza de montaña que la cierra por todas partes, aunque hacia el O. queda cobijada en casi todo su recorrido por el devoniano. Sigue después el subtramo estéril de la base del Westfaliense, y luego varias capas de las calizas, más otras cuya sincronización es dudosa por ahora. Se extiende en dirección N.-S. aproximadamente, desde Tameza hasta el Puerto de Ventana, en forma de un sinclinal isoclinal alargado. A partir de La Plaza (capital del Concejo), se extiende por el centro de la cuenca una pudinga, que lo mismo que aquélla, pasa a León por el Puerto de Ventana. Esta pudinga hay que atribuirla al estefaniense, ya que en las pizarras que están concordantes con

ella se han encontrado los siguientes fósiles, en el lugar denominado Arganal, camino del Puerto de Ventana, cerca del pueblo de Páramo:

- Pecopteris feminaeformis*, Schlot.
- » *Sterzeli*, Zeiller.
- » *unita*, Brong.
- Anularia stellata*, Schlot.
- Sphenophyllum verticilatum*, Schlot.
- » *oblongifolium*, Germar.

Contrasta esta flora con la de las pizarras y areniscas del pueblo de Fresnedo. Desde luego se ve desde el primer momento que corresponden a la base del Westfaliense, ya que se apoyan sobre la caliza de montaña.

Los fósiles encontrados en el lugar denominado La Cruz, son:

- Alethopteris lonchitica*, Schlot.
- Sphenopteris trifoliolata*, Artis.
- » *nummularia*, Andrae.

En los Solares:

- Neuropteris gigantea*, Sternb.

Y en la Cárcova:

- Sigillaria Weissi*, Zeiller?

La determinación de esta última especie presenta alguna dificultad por el estado de conservación del ejemplar, aunque parece ser, por muchos motivos, la que se indica.

Estos fósiles son, por tanto, representantes del subtramo más inferior del carbonífero de Teverga.

2. Carbonífero de Quirós. — Presenta una disposición análoga al anterior. Está circundado por la caliza de montaña y presenta zonas equivalentes, aunque aquí parecen existir niveles superiores de la serie hullera, a juzgar por el número de capas y su disposición. Aboga en favor de esta idea don

Luis de Adaro, que en su estudio sobre la cuenca central de Asturias hace pasar la pudinga, base del hullero Westfaliense medio, aunque transformada en arenisca, por esta cuenca, lo que equivale a sincronizar varias de las capas que atraviesan el río de Lindes con las del tramo medio o superior.

Este problema todavía no se puede resolver para esta cuenca, entretanto no se conozcan ciertos datos sobre la distribución de sus especies y las de la cuenca central asturiana.

Las especies que se han encontrado en la llamada trinchera de Porquerones, aguas arriba de Santa Marina, son:

- Neuropteris rarineris*, Bunburg.
- Mariopteris muricata*, Schlot.
- Sphenopteris delicatula*, Sternb.
- Lepidophyllum lanceolatum*, Brong.
- Calamites Suckowi*, Brong.

Frente a Bárzana, en la trinchera del ferrocarril minero, se ha encontrado:

- Diplotmema furcatum*, Brong.

No se puede decir por ahora nada del significado estratigráfico de estas especies.

3. Carbonífero de Langreo. — Como éste ha de ser el que tomemos en su día como tipo para la sincronización de las restantes cuencas westfalienses, interesa poder formar cuanto antes el cuadro de la distribución de sus especies.

Por esta vez citaremos las dos especies siguientes, que corresponden al paquete de Modesta, el más superior del piso Westfaliense, procedentes ambas de las minas del «Pontico»:

- Sphenophyllum emarginatum*, Brong.
- Annularia sphenophylloides*, Zenker.

J. MILANS DEL BOSCH

LA TERCERA ASAMBLEA GENERAL DE LA
UNIÓN INTERNACIONAL GEODÉSICA
Y GEOFÍSICA

En la ciudad de Praga, capital de Checoslovaquia, tuvieron lugar del 3 al 10 de septiembre último las sesiones de esta Asamblea general, a la que asistieron delegados oficiales de los 26 países siguientes adheridos a la Unión: Bélgica, Dinamarca, Egipto, España, Estados Unidos de Norteamérica, Finlandia, Francia, Grecia, Holanda, India, Inglaterra, Italia, Japón, Méjico, Noruega, Nueva Zelanda, Perú, Polonia, Portugal, República Argentina, Rusia, Siam, Suecia, Suiza, Túnez y Yugoslavia. La Asamblea fué presidida por el actual presidente de la Unión, Mr. L. Lallemand, y la Delegación española por el Excmo. Sr. D. Odón de Buen, Director general de Pesca y Presidente de la Sesión Internacional de Oceanografía, en defecto del Presidente del Comité Español de Geodesia y Geofísica, Excmo. Sr. D. José de Elola, Director general del Instituto Geográfico y Catastral, que no pudo asistir a ella.

Todos los trabajos de la Asamblea tuvieron lugar en el nuevo edificio del Parlamento.

A la solemne sesión de apertura se proponía asistir el Pre-

sidente de la República, pero delicado de salud a la sazón, no pudo cumplir su deseo.

En su nombre dirigió una cordial salutación de bienvenida a los asambleístas el Ministro de Instrucción Pública, el que seguidamente pronunció un elocuente discurso en nombre del Gobierno. Lo hicieron también brillantemente el Presidente del Consejo checoslovaco de Investigaciones y el Alcalde de Praga, cerrándose la sesión con el del Presidente de la Unión L. Lallemand, quien dedicó un sentido recuerdo a la memoria de los que fueron ilustres Miembros del Comité español, Sres. Orueta, Cubillo y Vela, fallecidos desde la última reunión de 1924.

Las tareas de la Asamblea se agruparon en las siete secciones de que consta la Unión. Los Presidentes de ellas fueron: Geodesia, Mr. Bowie; Sismología, Mr. Turner; Vulcanología, Sr. Fernández Navarro; Oceanografía, Sr. De Buen; Meteorología, Sr. N. Shaw; Magnetismo, Mr. Gree, e Hidrología, Mr. Wade.

Los trabajos aportados a estas secciones por las representaciones de los diferentes países fueron numerosísimos, siendo imposible, so pena de hacer esta reseña interminable, mencionarlos todos, y mucho menos analizarlos. Quede esto para una Memoria más detallada y para publicación más adecuada, limitándonos ahora a citar los presentados por la Delegación española, de cuya importancia se podrá juzgar con sólo enumerarlos.

Sección de Geodesia.

«Nuevas mediciones de la intensidad de la gravedad efectuadas desde 1924.»

«Dos campañas de ensayos con la balanza de torsión Eotvos-Schweydar, utilizada desde el punto de vista geodésico y geofísico.»

«Informe sobre la reducción isostática de 31 estaciones de gravedad españolas y cálculo de la profundidad de compensación más probable de España.»

Todos ellos presentados por el Sr. Sans Huelin.

«Proyecto de nivelaciones de alta precisión para la Península y resultados de las efectuadas entre Alicante, Sagunto y Alicante-Albacete.»

«Las nuevas estaciones mareográficas fundamentales de Alicante y Santa Cruz de Tenerife.»

Ambos son del Sr. Cifuentes.

«Estudio sobre diferencias de longitudes y determinación de coordenadas», por los Sres. Ascarza y Tinoco.

El Sr. Gil Montaner dió cuenta de haber efectuado muy satisfactoriamente la unión geodésica de España con las islas Canarias, detallando en su notable Memoria los trabajos realizados con este fin.

Sección de Sismología.

«La sismicidad de la Península Ibérica», por el Sr. Rey Pastor.

«Los macrosismos en Cataluña», por el Sr. Fonseré. «Los períodos de los microsismos», por el Sr. Alvarez Castrillón, y las tres Memorias siguientes del Sr. Inglada:

«Contribución al estudio del megasismo japonés de 1 de septiembre de 1923. Cálculo de las coordenadas focales y del instante inicial del terremoto principal, por medio de las horas de P , registradas en las estaciones próximas.»

«Estudio de la propagación de las ondas P registradas en el sismo producido por la explosión de Oppau (Alemania).»

«Nota acerca de las isanómalas de la gravedad en las regiones central y meridional de España.»

Sección de Magnetismo.

El Sr. Gil presentó el Mapa magnético completo de España, con su Memoria explicativa. Este hecho produjo verdadera satisfacción en la sección, y se utilizó como estímulo para otras naciones.

Sección de Meteorología.

Esta sección, representada por el Director del Observatorio, Sr. Meseguer, presentó una interesante Memoria, resumen de todos los trabajos llevados a cabo por el servicio meteorológico español desde 1924 hasta la fecha, anunciándose que en breve se instalarán nuevas estaciones en el Archipiélago Canario y la costa occidental de Africa que, en unión de los servicios franceses, ingleses y portugueses del Continente Africano, prestarán muy útiles servicios a la humanidad y, especialmente, a la Aviación.

Sección de Vulcanología.

«Nota sobre la posibilidad de que existan aguas de origen profundo en las formaciones volcánicas de las islas Canarias», por los Sres. Fernández Navarro y Puig de la Bellacasa.

«Catálogo de las regiones volcánicas españolas», por los Sres. Fernández Navarro, Hernández-Pacheco, Marín y San Miguel de la Cámara.

«Bibliografía volcánica española», por los Sres. Fernández Navarro, Hernández-Pacheco, Marín y San Miguel de la Cámara.

«Sistematización de las observaciones relativas al grado geotérmico, con objeto de que sean perfectamente compara-

bles las realizadas en todos los países», por el Sr. Fernández Navarro.

«Estudio del grado geotérmico en ciertas minas españolas y de algunos manantiales termales costeros de España», por el Sr. Fábregas.

«Nota sobre el estudio de las erupciones volcánicas por medio de las sacudidas sísmicas que producen», por el señor Inglada.

Sección de Oceanografía.

Se rige esta sección por un régimen distinto a las demás.

Sus diferentes cometidos se hayan agrupados en Comisiones y cada una de estas presenta un *rapport* de carácter general integrado por las aportaciones de sus miembros, con lo que no existen los trabajos aislados personales.

Así se presentaron los correspondientes a la Comisión de Mareas, Comisión del Atlántico, Comisión del Mediterráneo, etcétera, a las que contribuyeron los diferentes países interesados y muy brillantemente España por su Presidente y Secretario, señores De Buen (D. Odón y D. Rafael).

Sección de Hidrología científica.

Esta sección se encuentra aún en período de organización, a la que coadyuvan con gran eficacia los representantes de España en ella, Sres. Torroja y Quijano. A propuesta de dichos señores se adoptó el acuerdo de que se asocie a la Unión, formando parte de la Sección de Hidrología, la «Aeroartic», Sociedad para el estudio de las regiones árticas del globo en dirigible.

El día 10 de septiembre se celebró la segunda sesión ple-

naría y de clausura de la Asamblea. En ella, una vez aprobada la ponencia del secretario general referente al examen de las cuentas y del presupuesto para el trienio 1927-29, se dió lectura a los informes especiales de cada una de las secciones, exponiendo un resumen de la labor realizada y los votos que se someten a la aprobación de ésta. Como no es posible en el espacio de esta nota dar cuenta de todos ellos, haré solamente mención de las conclusiones principales que más interesan a nuestra nación. Fueron éstas:

1.^a Se recomienda a las naciones que posean escuadrillas de submarinos, efectuar medidas de la intensidad de la gravedad en el mar.

2.^a Creación de tres nuevas estaciones sismológicas, una en las islas Baleares, otra en el N. de España y otra en Nueva Caledonia.

3.^a Cooperación en las observaciones y estudios relativos a las profundidades oceánicas.

4.^a Organización de una Exposición internacional de instrumentos de oceanografía e hidrología científica, coincidiendo con la Exposición Hispano-Americana que debe celebrarse en Sevilla en la primavera de 1929. A la vez se convocaría un Congreso Internacional de ambas ramas.

5.^a Creación de una Comisión para el estudio de toda clase de mareas.

6.^a Reducción de los mapas magnéticos de los diferentes países a una misma época, siendo muy favorable la elegida en España por el Sr. Gil (1924), por haber sido un año de mínima actividad solar.

7.^a Elección de un Comité presidido por el Sr. Gil, que en cooperación con el de Geofísica aplicada nombrado en el último Congreso Geológico de Madrid, estudie los mejores medios para desarrollar el conocimiento de la corteza terrestre y de la riqueza del subsuelo por los métodos geofísicos.

8.^a Encomiar la importancia de las exploraciones de las capas elevadas de la atmósfera hechas en algunos países. Recomendar la necesidad de generalizar estas observaciones, especialmente en el hemisferio Sur, y llamar la atención de los Gobiernos de los países interesados para que les presten su eficaz auxilio.

9.^a Creación de una Comisión para el estudio de la influencia de los hielos polares en los climas del hemisferio Sur.

10. Recomendar a los Gobiernos el estudio de las zonas volcánicas enclavadas en sus colonias.

A continuación se procedió al nombramiento de Presidente de la Unión Geodésica y Geofísica, resultando elegido el señor Lallemand; se discutió el lugar en que habrá de reunirse la próxima Asamblea, punto que quedó a la decisión del Comité ejecutivo, el que deberá elegir entre Estocolmo o Lisboa, que fueron las dos capitales propuestas.

Como agasajos a los asambleístas, hubo varios, todos de una gran cordialidad y esplendidez, destacándose las fiestas y banquetes ofrecidos por los Ministros de Negocios Extranjeros e Instrucción Pública y por el Alcalde de la ciudad, a cuyo éxito contribuyeron, además, el marco que ofrecen los antiguos y artísticos palacios que tanto abundan en Praga.

No sería justo olvidar de manifestar nuestra gratitud al Excmo. Sr. Ministro de España, D. Joaquín de Ezpeleta, que se desvivió por atender con el mayor afecto a la representación de España y tuvo la atención de obsequiarla con un almuerzo, del que guardarán todos un gratísimo recuerdo.

En resumen, esta tercera Asamblea constituyó un completo éxito por su importancia científica, por la excelente labor organizadora del Comité checoslovaco y, en cuanto a España se refiere, por la acertada dirección y aliento prestado al Comité Nacional por su Presidente, el Excmo. Sr. D. José de Elola.

TRABAJOS DEL INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Investigaciones por métodos geofísicos.

En cumplimiento del acuerdo internacional tomado en el último Congreso Geológico, verificado en Madrid, el Instituto Geológico y Minero de España propuso al Gobierno un amplio plan de investigaciones geofísicas, que no sólo sirvieran para el objeto indicado, sino que, además, fuesen útiles a la economía nacional.

La primera parte de este programa lo constituyen cuatro problemas geológicos de gran importancia, que mencionaremos sucesivamente.

I. *Estudio de la prolongación de la cuenca carbonífera de Villanueva de las Minas.*—Esta cuenca, de tan extraordinaria importancia por muy diversos conceptos, requería un urgente estudio de la posibilidad de su continuación, y el Instituto, para evitar posibles maniobras especulativas, empezó por aconsejar que se suspendiera temporalmente el derecho de registro de minas en una zona de 2.400 hectáreas, reservada para el Estado, en la que con mayores probabilidades debía encontrarse la prolongación del sinclinal hullero.

La superioridad aceptó esta propuesta, y el día 13 de abril del pasado año, se abrió un Concurso entre las principales casas del mundo especializadas en investigaciones geofísicas,

presentando proposiciones varias de ellas, entre las que se aceptaron las de las Sociedades Schlumberger, de París, por el método eléctrico de corriente continua; Exploration, de Berlín, por los métodos gravimétrico y magnético, y Geos, de Madrid, por los métodos gravimétrico y sísmico.

Se iban a emplear, por consiguiente, en la resolución de este difícilísimo problema geológico-tectónico, todos los métodos sancionados por la práctica, y algunos de ellos, como el de la balanza de torsión, iba a ser empleado dos veces.

Desde el mes de octubre, en el que dieron principio los trabajos de campo, se prosiguen hasta la fecha sin interrupción, faltando próximamente un mes para que queden ultimados.

La concordancia completa de los resultados obtenidos hasta ahora por los diferentes métodos, dirigidos o inspeccionados personalmente por el Director de este Instituto, Sr. De la Peña, secundado por el Ingeniero Vocal del mismo Sr. Siñeriz, especializado en esta clase de estudios, permiten abrigar esperanzas de que el estudio se termine con éxito completo.

II. *Estudio del anticlinal de Leva (Burgos).*—Al Norte de la provincia de Burgos, en el pueblo de Leva, hay estructuras geológicas favorables para la existencia del petróleo.

Para elegir el emplazamiento del sondeo se procedió al estudio geofísico, por los métodos gravimétrico y sísmico, y los resultados han puesto de manifiesto los lugares más convenientes para aquél. Desgraciadamente, se han encontrado grandes fracturas por las que puede haberse desplazado el precioso combustible.

Estos trabajos han sido inspeccionados por el Ingeniero señor Dupuy.

III. *Estudio de la falla «La Vascongada», en Hiendelaencina.*—Toda la región minera de Hiendelaencina (Guadalajara) quedó completamente parada cuando las explotaciones llegaron a tropezar con la célebre falla llamada de «La Vas-

congada», por encontrarse en la mina de ese nombre. Cuantos trabajos han realizado los mineros para encontrar la continuación de los filones de plata han sido completamente infructuosos. En la actualidad se estudia este difícilísimo problema, bajo la inmediata inspección del Ingeniero Sr. O'Shea, Secretario del Instituto Geológico, por los métodos sísmico y eléctrico de corriente alterna, sin estar aún terminados los trabajos de campo.

IV. *Estudio de la estructura geológica de la cuenca terciaria de la región de Alcalá de Henares.*—En la parte alta de la cuenca terciaria del Tajo se han efectuado observaciones gravimétricas con la balanza de torsión a lo largo de los tres perfiles: Alcalá de Henares-Torrelaguna, Alcalá de Henares-Sayatón y Alcalá de Henares-Madrid, que han dado a conocer, en parte, la tectónica del subsuelo, muy accidentado hacia Sayatón y Torrelaguna y menos en el centro.

La interpretación de los resultados obtenidos con aquel aparato parece indicar la existencia de una cuenca parcial entre el primer y tercer perfil, donde la Dirección del Instituto Geológico y Minero de España ha dispuesto se efectúen nuevas investigaciones geofísicas.

El Ingeniero Sr. Kindelán ha inspeccionado los trabajos verificados en esta zona.

Sondeos efectuados por el Estado en 1927.

Los sondeos que en 1927 ha tenido en marcha el Estado se refieren a tres clases de investigaciones: los dedicados a la busca de aguas artesianas y los que atañen a la prospección de carbón y petróleo.

Entre los primeros están el de Alcalá de Henares (Madrid),

y los de Turre y Níjar (Almería); entre los segundos, el del Viar (Sevilla), cuyo objeto es investigar la continuación de la cuenca carbonífera de Villanueva de las Minas en el valle del Viar, y los de Robredo Ahedo (Burgos) y Ajo (Santander), cuya finalidad es la prospección petrolífera.

Los sondeos de Alcalá, Turre y Níjar se adjudicaron a don Ricardo Icardo Fontán, representante de la Sociedad Foraky, en concurso verificado el 25 de febrero de 1927.

Sondeo de Alcalá. — Dió principio este sondeo el 5 de julio de 1927, empezando con un diámetro de 14 pulgadas, que se redujo a 12 a los 12,30 metros, continuando con este calibre hasta los 101 metros, atravesándose arcillas y margas terciarias. Entre los 70 y 100 metros se atravesó terreno arenoso, surgiendo una vena de agua de 2.880 metros cúbicos por hora; a los 101 metros se disminuyó el diámetro a $9\frac{1}{2}$ pulgadas, cortándose margas, margas con yeso y margas calizas, hasta los 178,40 metros, que se redujo nuevamente el diámetro a 8 pulgadas, con cuyo calibre se perforó hasta los 350 metros en margas. Nueva reducción a 7 pulgadas hasta los 478,26 metros, siendo margas también el terreno atravesado, apareciendo en ellas nódulos de anhidrita. En este tramo, y a los 375 metros de profundidad, se cortó otra capa acuífera surgente, de 6 litros por minuto.

Nueva reducción de diámetro a 6 pulgadas, hasta los 544 metros, atravesando siempre margas solas o con anhidrita, cortándose otros dos manantiales surgentes, uno de 12 a 13 litros por minuto, a los 512,30 metros y otro de 44 litros, a los 531,40 metros.

Otra reducción de diámetro a 5 pulgadas hasta los 698 metros, cortándose siempre margas solas o con anhidrita, margas calcáreas y calizas margosas con algunos bancos de calizas más puras.

Se redujo el diámetro a $4\frac{1}{2}$ pulgadas, con el que se llegó

hasta los 769 metros, en fin de año y se continúa sin reducción de diámetro, durante el año actual.

Sondeo de Turre. — Principia este sondeo el día 2 de julio, con un diámetro de 8 pulgadas hasta 8,40 metros que se reduce a 7, y se perfora por rotación, con corona, hasta los 50 metros. A esta profundidad se reduce el diámetro a 6 pulgadas y se profundiza con este calibre hasta 101,66 metros; se reduce nuevamente el diámetro a 5 pulgadas, con el que se llega hasta 147,05 metros, perforándose con corona de granalla.

Nueva reducción a $4\frac{1}{2}$ pulgadas, con cuyo diámetro se llega a 338,70 metros, en que se hace otra reducción a $3\frac{1}{2}$ pulgadas hasta 403,45 metros; otra reducción a 3 pulgadas hasta 455 metros; otra reducción a $2\frac{3}{8}$ pulgadas hasta 492,80 metros, a cuya profundidad se encuentra el taladro el 31 de diciembre; a 284 metros se cortó el primer manantial surgente de 20 litros por minuto de agua salitrosa. A los 294 metros se cortó el segundo manantial de 42 litros, también de agua salitrosa.

Las vetas atravesadas han sido conglomerados, margas y areniscas terciarias hasta los 241 metros, que empieza el triás y que continúa hasta el fin del sondeo, a la profundidad de 518,60 metros que tenía en 10 de enero de 1928, en cuyo punto se dió por finalizado este trabajo.

Sondeo de Níjar. — Comenzó este sondeo el 29 de junio de 1927, con un diámetro de 14 pulgadas y con perforación con trépano, hasta 9,20 metros; a esta profundidad, se reduce el diámetro a 12 pulgadas hasta 36,30 metros; nueva reducción a $10\frac{1}{2}$ pulgadas hasta los 96 metros; otra reducción a $9\frac{1}{4}$ pulgadas, con cuyo diámetro se llega a 196 metros; otra reducción a 8 pulgadas para llegar a 366,50 metros; otra a 7 pulgadas llegando a 433,25 metros; nueva reducción a 6 pulgadas para alcanzar la profundidad de 500,30 metros.

A esta profundidad se produce una avería, consistente

en quedar el trépano aprisionado por los hundimientos del terreno, tratando de salvarle por medio de la campana, sin resultado.

Son inútiles cuantos medios se emplean para retirar el trépano perdido, por cuya causa se abandonan todos los procedimientos de salvamento y se decide volver a sondear con trépano de 182 milímetros desde la profundidad de 392,10 metros hasta 432,25 metros. A esta profundidad se hace una reducción a 159 milímetros, con la que se seguía sondeando el 31 de diciembre.

Este sondeo, emboquillado en terreno terciario, tocó el cambriano a los 355 metros, en el que continúa en la fecha indicada.

Sondeo del Viar (Sevilla).—Destinado, como hemos indicado ya, a investigar la continuación de la cuenca carbonífera de Villanueva de las Minas y ejecutado por la Sociedad Foraky.

Dió principio este sondeo el 24 de noviembre y alcanza en 31 de diciembre la profundidad de 156,40 metros, continuándose durante el año actual.

Las rocas cortadas durante el año 1927 fueron margas, areniscas y conglomerados del permiano, en cuyo terreno continúa al finalizar el año.

Sondeo de Robredo Ahedo (Burgos).—Ejecutado por la Sociedad Petrolífera Ibero-Americana.

En 1 de enero alcanzaba la profundidad de 782,02 metros y se han profundizado 227,53 metros durante el año 1927, alcanzando, por tanto, una profundidad de 1.009,55 metros. Se tocó un nivel petrolífero a los 845,76 metros, sin importancia industrial, y se cortaron también cuatro niveles cuiríferos entre los niveles 886,33-891,82, 920,80-923,54, 928,71-935,75, 951,29-957,70.

Sondeo de Ajo (Santander).—También para investigación de petróleo.

En 1 de enero de 1927 tenía este sondeo una profundidad de 921,10 metros, llegando en 31 de diciembre a la de 1.189,50 metros, avanzándose por consiguiente durante el año 268,40 metros efectuados en noventa y cuatro días, pues el resto del tiempo se empleó: en limpiar y ensanchar el taladro, ochenta y cinco días; en colocación de tuberías, doce; cementación, treinta y cinco; pesca de cuchara y otras herramientas, cincuenta y seis; reparación de maquinaria, seis; paradas por desprendimiento, siete; y por otras causas, doce.

No se ha obtenido ningún resultado definitivo.

BIBLIOTECA DEL INSTITUTO GEOLÓGICO
Y MINERO DE ESPAÑA

LIBROS RECIBIDOS

- INSTITUT INTERNATIONAL DE BIBLIOGRAPHIE. — *La Classification décimale.*
DECHELET (J.). — *Manuel d'archéologie préhistorique, celtique et gallo-romaine.*
COURAU (R.). — *Destillation des combustibles a basse température.*
SIEVERG (A.). — *Geologische einfuhrung in die Geophysick.*
COLOMER (Félix). — *Exploitation des mines.*
— — — *Combustibles industriels.*
BERTRAND (Marcel). — *Œuvres géologiques.*
CAMBEL (Andrew). — *Petroleum refining.*
MARTEL (L.). — *Les explosifs dans les mines.*
GREGORY (J. W.). — *Geography structural, physical and comparative.*
HÖLE (Walter). — *The distribution of Gas.*
LAKE (Philip). — *A Text-Book of Geology.*
DALY (Reginald A.). — *Our Mobile Earth.*
BUTTGEBACH (H.). — *Les Minéraux et les Roches.*
MACHIN (A.). — *The ascent of man by means of Natural selection.*
PERRIER (E.). — *The earth Before history.*
LORENTE (H. A.). — *Lectures an theoretical physics.*
GSELL (Stéphane). — *Histoire ancienne de l'Afrique du Nord.*
JOLY (John). — *Radioactivity and the Surface History of the Earth.*
MORGAN (Jacques de). — *Prehistoric man.*
COLEMAN (A. P.). — *Ice ages recent and ancient.*
WRIGHT (W. B.). — *The quaternery ice age.*
LAHARPE (De). — *Notes et Formules de l'Ingénieur.*

BATTLE (J. R.). — *The Handbook of Industrial oil engineering.*
 ELLIS (C.). — *Gasoline and other motor fuels.*
 INGLADA (Vicente). — *El estudio de los sismos próximos.*
 LESLIE (Eugène H.). — *Motor fuels. — Their production and Technology.*
 REDWOOD (Sir Roverton). — *Treatise on petroleum.*
 RASTALL (S. H.). — *Physico-chemical geology.*
 LAMOUCHE (Lt. Colonel). — *Fossiles caractéristiques.*
 BEEBY (A.). — *Oil-Field exploration and development.*
 HOBBS (W.). — *Earth evolution and its facial expression.*
 ARCHBUTT (L.). — *Lubrication and lubricant.*
 PADEY (Beonit). — *Traité complet des secrets de la baguette et du pendule
des sourciers.*
 POTONIE (Dr. H.). — *Lehrbuch der Paläobotanik.*
 STCHPINSKY (V.). — *Les régions pétrolifères Russes.— Géologie, exploitation
et raffinage.*
 STROMER (Ernst). — *Paläozoologisches Praktikum.*
 TWENHOFFEL (William H.). — *Treatise on sedimentation.*
 GURICH (Georg). — *Leitfossilien.*

ÍNDICE

	Páginas
DISCUSIÓN DE ALGUNOS PUNTOS DE LA HOJA GEOLÓGICA DE LLANES (ASTURIAS), por D. Primitivo Hernández Sampelayo..	5
ALGUNAS CONSIDERACIONES RESPECTO DE LA TECTÓNICA DE LA ISLA DE MALLORCA, por M. P. Fourmarier..	25
SOBRE LA TECTÓNICA DE ESPAÑA, por D. Primitivo Hernández Sampelayo.....	31
PRINCIPALES MÉTODOS SEGUIDOS EN EL INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO PARA LAS INVESTIGACIONES DE PETROGRAFÍA CUAN- TITATIVA, por D. Enrique Rubio.....	35
CONFERENCIA DEL EXCMO. SR. D. PEDRO DE NOVO Y FERNÁNDEZ CHICARRO EN EL INSTITUTO GEOGRÁFICO Y CATASTRAL.....	47
INTRODUCCIÓN A UN ENSAYO DE SINCRONIZACIÓN DE CUENCAS CARBONÍFERAS ESPAÑOLAS, por D. Ricardo de Madariaga.....	51
LA TERCERA ASAMBLEA GENERAL DE LA UNIÓN INTERNACIONAL GEODÉSICA Y GEOFÍSICA, por D. Javier Miláns del Bosch.....	61
TRABAJOS DEL INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA:	
INVESTIGACIONES POR MÉTODOS GEOFÍSICOS.....	69
SONDEOS EFECTUADOS POR EL ESTADO EN 1927 ..	71
BIBLIOTECA. — LIBROS RECIBIDOS	77