

I/16-1-1

NOTAS Y COMUNICACIONES
DEL
INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO
DE
ESPAÑA



AÑO IV. = NÚMERO 3.

MADRID
Gráficas Reunidas, S. A.
Hermosilla, 96
1951

LOS PETRÓLEOS EN ITALIA

ÍNDICE

	Páginas
LOS PETRÓLEOS EN ITALIA.....	5
Constitución geológica.....	9
Tectónica.....	12
Origen del petróleo.....	14
Geología económica.....	15
Investigaciones modernas.....	16
Analogías entre los indicios petrolíferos andaluces e italianos.	21
Análisis.....	22
Estudio comparativo de los petróleos de Fontevivo (Parma) y los procedentes de Garrucha (Almería).....	23

BIBLIOGRAFÍA

Por mejor orientar al lector que desee información sobre los petróleos italianos, damos a continuación la lista de las últimas publicaciones que hemos tenido presentes.

1893. — *Contribution a la connaissance Paléontologique des argiles écailleuses.* — SACCO. — Bruxelles.
1910. — *Cenni petrografici sul Conglomerato dei Salti del diavolo in val Baganza.* — M. ANELLI. — Roma.
1913. — *I terreni Mioceni tra il Parma e il Baganza.* — M. ANELLI. — Roma.
1915. — *Cenni geologici sui dintorni di traversetolo e di Lesignano barni.* — M. ANELLI. — Roma.
1922. — *I Dintorni di Rossena.* — M. ANELLI. — Pisa.
1923. — *Sul comportamento tettonico delle Argille scagliose nell' Appennino Emiliano.* — MARIO ANELLI. — Roma.
1924. — *Sulla presenza dell' Oligocene nel Subappennino Reggiano.* — Roma.
1924. — *Tettonica dell' Appennino Parmense e Reggiano.* — M. ANELLI. — Roma.
1927. — *Cenni tettonici sulla regione collinosa interposta tralo stirone ed in taro (provincia di Parma).* — M. ANELLI. — Roma.
1927. — *I graniti di gruppo del vescovo (provincia di Parma).* — MARIO ANELLI. — Bologna.
1927. — «L'industria mineraria.» — *Bolletino mensile della federazione nazionale fascista.* — Roma.
1928. — *A proposito di una perforazione in corso nell' Appennino Parmense.* — M. ANELLI.
1928. — *Il colle di S. Colombano al Lambro.* — CESARE PORRO e MARIO ANELLI.
1929. — *Su alcuni fenomeni di ricoprimento nell' Apennino Emiliano.* — M. ANELLI. — Roma.
1930. — *A proposito di una sezione geologica nell' Apennino Reggiano.* — M. ANELLI. — Roma.
1931. — «La sorgente petrolifera di Fontevivo.» — *Il corriere de la sera di Milano.*
1931. — «La Miniera Italiana.» — *Le Miniere in Parlamento.* — RONCORONI, relatore. — Roma.
1931. — «Gerarchia.» — *Il problema del petrolio in Italia.* — ALFREDO GIARATANA. — Roma.

LOS PETRÓLEOS EN ITALIA

En unión del Director del Instituto Geológico y Minero de España, D. Luis de la Peña, y comisionados por el Gobierno Provisional de la República, visitamos en el pasado mes de mayo los criaderos italianos, noticias de los cuales son las que damos en este artículo.

Las manifestaciones petrolíferas extendidas en unos 200 kilómetros del Apenino italiano en forma de hidrocarburos, aceites, aguas saladas con irisaciones, etc., eran conocidas desde antiguo y daban lugar a pequeñas explotaciones locales en aquellos parajes en que afluía mayor cantidad de petróleo, particularmente en la región llamada Emilia, que comprende la vertiente septentrional del Apenino hacia la gran llanura del Pó.

En el año 1802, las ciudades de Génova, Parma y S. Dounino fueron iluminadas con petróleo italiano; en el año 1860, cuando Pensilvania (600.000 barriles) y Rumania (8.542 barriles) habían empezado su producción, Italia sólo obtenía 36 barriles; el estímulo de la extranjera hizo que aumentase la extracción del Apenino, que llegó a 2.965 barriles en 1865, pero que en el año 1870 descendía nuevamente a 86 barriles. Es decir, que intensificadas las pequeñas extracciones hacia mediados del siglo pasado, sufrieron la decadencia que les imponía el

mercado americano, hasta que adoptados métodos más perfeccionados de perforación, hubo un renacimiento en las zonas de Piacenza y Parma (1866), las que hasta hace poco han representado la producción en los terrenos de Módena; es decir, que realmente todos los intentos de prospección o extracción se han repetido en los parajes de antiguos indicios, profundizando o extendiendo las investigaciones.

La falta de éxito proporcionada al intento en la repetición de taladros, se atribuyó a la falta de plan adaptable a las difíciles condiciones estratigráficas.

La producción italiana (Emilia) de petróleo bruto aumenta de 1890 a 417 toneladas hasta el 1907 (8.326) y se sostiene de 6 a 8.000 toneladas con excepción del 1911 (10.390) hasta el 1916 en que decae y llega a 3.000 toneladas el año 1926, quedando de 4 a 6.000 toneladas hasta el año 1930, en el cual se produjeron 6.500 toneladas de petróleo bruto.

El número de pozos en 31 de diciembre de 1930 es de 706, con una longitud de 317.600 metros, de los cuales a la Sociedad Petroli d'Italia le corresponden 563 pozos y a la Petrolifera Italiana 117.

En general, la producción de Italia ha sido escasa aunque hayan intervenido centenares de sondeos en la investigación.

Las manifestaciones petrolíferas son: emanaciones gaseosas secas, emanaciones gaseosas con agua, agua salada e impregnaciones de petróleo.

Las emanaciones secas se ofrecen en los altos de la cordillera asociadas a los indicios petrolíferos, mientras que en la zona subapenina los desprendimientos gaseosos se suelen enlazar con el agua, sea o no salada; tal ocurre en los volcancitos de fango, con gases y barro, lo mismo en Italia que en Andalucía.

Las llamadas salsas son manifestaciones análogas a esos pocitos, y producen a veces erupciones con agua salada,

petróleo y proyecciones de fango. Se localizan lo mismo en la arcilla *escamosa* que en las arcillas y areniscas recientes o en el contacto de ambos terrenos, y alguna escasa vez en el cuaternario; los paroxismos importantes conocidos en los afloramientos son todos antiguos.

Las ubicaciones de indicios limitan las zonas que luego han sido de producción; el petróleo unas veces es claro y otras negro, pero siempre ligero. Los bancos arenosos introducidos en la arcilla escamosa suelen tener petróleo, que, a veces, se ha explotado por el escurrimiento y destilación natural en las galerías y pozos que atravesaban a estas rocas porosas a pocos metros de la superficie.

En 1868 hubo pocito que dió 11 toneladas de petróleo bruto al día.

Es raro el petróleo en las calizas duras incluídas o no en la *scagliosa*, pero siempre es de clase diferente a la del aceite de los nódulos arenosos. Los sondeos suelen dar petróleo, con más o menos agua, desde pocos metros hasta 500 ó 600, sin que sea regla el aumento a profundidad.

Cerca de Parma, en 1907, hubo un pozo («Corniglio») que dió petróleo de 0,87, unos 100 litros, hacia 600 metros; 890 litros a 507 metros y surgencias con agua a 40°, algo de aceite y gas a 987 metros; se alcanzó a 150 metros cúbicos por día, pero se abandonó al poco tiempo a 1.050 metros.

El pozo de Montechino, de la *Società Petroli d'Italia*, en la región Piacentina, es el que ha suministrado la mayor cantidad de un solo pozo en Italia, y ha sido de 7.000 toneladas en 1907 (130 metros); venía de tres horizontes, el más profundo a 800 metros y más de 1.000 litros al día.

Las manifestaciones gaseosas son continuas a lo largo de las crestas. Las surgencias tienen su lugar preferente al contacto de la arcilla y los maciños. La segunda alineación de hidrocarburos líquidos ubica en la *scagliosa* y series de nódulos

los calizos y maciños porosos, siempre más bajos en las laderas del Apenino. Las *salsas* forman el tercer alineamiento, y aun en la zona marginal de la llanura se marca el principio de otra cuarta serie alineada, a la que correspondería Fontevivo, ya en la llanura y sospechada por algunos pozos artesianos que acusaron gas.

El aceite se encuentra en las fracturas transversales como regla: Densidad inferior a 0,8 supone procedencia de la parte alta de la *scagliosa*, y superior a 0,80, de los niveles del mioceno o más bajo.

CONSTITUCION GEOLÓGICA

Según F. Sacco, prescindiendo de un poco de Trias con yesos y cuarcitas, el fondo del Apenino está formado por la *scagliosa* con sus intercalaciones estratiformes de areniscas y arcillas y con minerales: limonita, pirita, barita, manganeso, aragonito, etc.

Esta enorme formación de arcilla, famosa por los grandiosos sacudimientos, hundimientos y flujos fangosos, lleva con frecuencia amigdalas de rocas verdes: serpentina, diabasas, lertzolitas, etc., pasta ofíticobrechoide, oficalcitas; rocas verdes que, particularmente serpentinas y peridotitas, se parecen mucho a los batolitos de estas mismas rocas del Norte de Africa, y en nuestra opinión estos residuos proceden de sus apuntamientos homólogos, arrastrados y demolidos en los enérgicos movimientos mediterráneos (1).

En el año 26 se suponía más bien eocena unas veces y otras cretácea, pues de esta edad son la mayoría de sus fósiles: *cicadeas*, *uintacrinus*, muchos *inoceramus*, *hamites*, *scaphites*, *acantoceras*, *schlænbaohia*, *ictiosauros*, *peces*, etc.; enunciación que equivale a todo el cretáceo. El espesor lo supone Sacco en más de 1.000 metros y va acompañada esta formación de estiramientos y contorsiones laminadas, según se comprueba por los pozos hechos para el petróleo.

(1) Las rocas verdes incluídas son serpentinas en su mayoría, y análogas a las de la Serranía de Ronda, Ceuta y Beni-Busra, en el Norte de Africa; se relacionan con el hundimiento antiguo del Mediterráneo, pero no creemos tengan paragénesis con el petróleo.

El Profesor Anelli dice, en resumen, que la *scagliosa*, aun siendo roca sedimentaria, se comporta como eruptiva con trozos y fenómenos intrusivos a favor de los hidrocarburos.

En nuestra opinión se trata de un elemento de hoja arrasada, según exponemos en el apartado de tectónica.

Sobre la masa de arcilla se extiende ampliamente el *eoceno*, que, aunque potente, debió romperse por el arrugamiento de la *scagliosa* y en ella a grandes retazos ha quedado incluida la formación del *flysch*, pues las rocas algo calcáreas que pasan a maciños pertenecen a su parte inferior. Como fósiles: *fucoïdes*, *numulites*, *orbitoides*, *alveolinas*, *equinidos* y *dientes de pez*, sobre todo en las brechas (1). Se le atribuyen hasta 1.000 metros de potencia.

El *Oligoceno* suele ofrecerse como transgresivo sobre la arcilla *escamosa* o sobre el *eoceno*, demostrando un potente movimiento orogénico hacia el fin del *eoceno*. La formación oligocena se compone de margas grises y areniscas de estratificación fina y repetida, que se identifica con parte del *flysch* andaluz.

Lentejones de conglomerado más bien grueso se consideran de edad Tongriense, infrapuestos en las series completas a las margas estampenses; como únicos fósiles los pequeños *numulites*.

El espesor de la serie oligocena es muy variable, de centenares de metros a más de 1.000 (?). Su colocación frecuente es en isleos sobre la *scagliosa*.

Mioceno. — Formación incompleta en gran parte del Ape-

(1) En algunos ejemplares examinados en la Universidad de Parma, nos ha parecido ver la parte interna de la *scolicia prisca* y *pistas*, y *fucoïdes* idénticos a los del *flysch* *eoceno* de nuestro Levante, por lo cual, unido a la identidad de rocas: maciños y molasas, afirmamos la existencia de esta facies. El Profesor Anelli cita en un trabajo sobre el Apenino de Parma el encuentro de la *Helminthoidea labyrinthica*.

nino Emiliano, debido al diastrofismo de arrugas y arrastres del primer levantamiento.

En los sitios en que se puede apreciar sobre el oligoceno, tiene: estratos margosos y areniscas del Aquitaniense, margas del Langhiano y margas arenoso-calcáreas helvecienses, terminadas por otras arcillosas que se suponen tortonienses. Los fósiles atribuidos en gran parte al Helveciense son: *algas calcáreas*, *foraminíferos*, *equinidos*, *briozoarios*, *moluscos* y *dientes de escualos*, prolongando en cierto modo las condiciones de vida de toda la serie terciaria.

La poca precisión característica en la base de los terrenos modernos hasta llegar a la típica formación pliocena, hace que se admita la expresión miopliocena, en cuya formación se incluye una zona yesosa con margas y areniscas, conglomerados, etc., bajo el plioceno. Los fósiles tienen carácter litoral: *ostreas*, *cardium*, etc., o de estuario: *congerias*, *melanopsis*, etcétera. Alcanza el espesor de estos estratos unos 200 metros.

El *Plioceno* marca uno de los terrenos más típicos del Apenino. Se inicia con las margas grises del plesanciense, y van pasando por alteraciones a las *arenas del astiense* y calabriense; fósiles abundantísimos y frecuente acumulación de aceite.

En la ladera no llega a más de 100 metros de potencia, y es sobre sus capas donde suelen verse sus principales poblados, pero en la parte más llana aumenta el espesor según los sondeos.

El *Pleistoceno* la forman el diluvium rojo y terrazas continentales.

Tectónica.

Se deduce que la región apenínica está formada por pliegues profundos que interesan a los terrenos antiguos, y van acentuando sus efectos en los terrenos secundarios y eoceno hasta modificarse paulatinamente en los terciarios, y anulándose casi en el plioceno. La intensidad del plegamiento guarda en gran parte relación con la plasticidad de la arcilla *escamosa*, elemento propicio a deslizamientos y torsiones; parecen comprobarse algunas inversiones de terrenos (cretáceo plegado sobre eoceno).

El fundamento del Apenino es un gran plegamiento del secundario sobre el paleozoico, seguido de un arrastre sobre las arcillas del Keuper y del cretáceo inferior, que se reducen a una gran masa milonitizada en escamas y con los nódulos de las rocas más duras fraccionadas, engastados como xenolitos, según el croquis que damos.

La arcilla *scagliosa* o escamosa, la consideramos un gran elemento tectónico de arrastre, una especie de gigantesca milonita que alcanza millares de metros, y que está íntimamente relacionada con los enérgicos movimientos alpinos.

Los elementos de juicio que nos han llevado a esta deducción son dos: 1.º, los contactos anormales que constantemente presenta la arcilla escamosa con los demás terrenos; es decir, no solamente que a cada uno de ellos, del eoceno al pleistoceno, les ofrece su linde irregular, sino que su *escamosidad* y las líneas de nódulos calizos y arenosos de distintas clases que dentro de ella la subrayan aparentan una falsa estratificación. Tal ha sido el fundamento de los distintos errores en que han caído los geólogos al clasificar la arcilla escamosa, atribuyéndole la edad con arreglo a la de los restos orgánicos que contenían las calizas o molasas incluídas en alineaciones

más o menos perfectas, y con frecuencia discordantes con los terrenos terciarios, superpuestos o encajados en la formación arcillosa. Esta razón de confusión paleontológica es la segunda que aducimos para nuestro fallo sobre el papel de arrastre que atribuimos a esta potente formación.

Los fósiles que hemos visto figurados y que nos ha mostrado el Profesor Anelli en la Universidad de Parma, variaban desde el cretáceo inferior (vértebras y restos de reptiles vealdenses), a una serie de *inoceramus* del cretáceo superior: *I. balticus*, *I. rotundatus*, *I. cuvieri?* y, por fin, restos de palmeras que tan abundantes suelen ser ya en parte del eoceno, y, lo que es más significativo, *pistas de anelidos y algas*, enlazadas con trazas casi idénticas a la *scolicia prisca*; es decir, una fauna típica del flysch eoceno por su conjunto. Por otra parte, los tonos versicolores, rojizos y morados de la masa arcillosa, y la abundancia de minerales que contiene, entre los que se encuentran algunos, como la sal y los aragonitos, propios de las formaciones del Keuper, nos inducen a creer que el arrastre tectónico ha sido enorme y se ha ejercido desde el triás superior a expensas de las formaciones secundarias y de flysch, que han quedado fraccionadas y burdamente incluídas en hiladas de aspecto singenético, que han dado lugar a los distintos sincronismos atribuidos.

Origen del petróleo.

Se ha supuesto preferentemente que el origen del petróleo es endógeno, atribuyéndose, así como los distintos minerales y tonos de la arcilla, a los hidrocarburos, que se van destilando en aceites ligeros; es decir, que la desgasificación de la materia incandescente operada por especial combinación del hidrógeno con el anhídrido carbónico o carburos metálicos calientes, ha dado lugar a las condensaciones del aceite. A esta explicación, de los geólogos italianos, la encontramos la objeción de la falta de metamorfismo regional en forma de córneas o porcelanitas, derivadas de la arcilla.

¿Podrá provenir el petróleo de acumulaciones de los terrenos secundarios deformados y trasladados por los movimientos tectónicos? En realidad, los terrenos terciarios sólo prestan su porosidad, viniendo el aceite por las fallas, y hasta son escasos en restos orgánicos en muchas acumulaciones.

La emigración es fácil de explicar con las presiones, se inicia desde la *scagliosa* por sí y por las rocas terciarias, por cuyas fracturas de unión manan las *salsas* y los indicios. Parece deducirse que el petróleo es inferior y, protegido por los depósitos terciarios, ha sido luego ascendido por presión.

En época contemporánea con los últimos movimientos alpinos debieron ocurrir las perturbaciones estratigráficas que han producido las fracturas Norte-Sur, normales a la cordillera. La presión del gas produciría la emigración hacia la parte alta de la *scagliosa*, con las calizas y molasas porosas superiores; como regla hay menos petróleo en la arcilla alta, y más en la zona terciaria del contacto.

En general, los indicios externos de los hidrocarburos son la salsa, volcancitos de fango, fuegos fatuos, olor de petróleo, áreas estériles, sin que den seguridad de petróleo esos indicios.

Geología económica.

De modo resumido se puede decir que en las investigaciones se encuentra primero gas, el olor del cual va aumentando hasta llegar al petróleo que suele venir con agua salada particularmente por las fallas del terciario y, por fin, la *scagliosa*, con preferencia a los 200 ó 300 metros y proximidad de los anticlinales de arcilla, sin que sea regla absoluta.

Se deduce que las mayores probabilidades de encontrar petróleo deben estar en el Apenino hacia la llanura, pues en la parte alta está muy disperso; debe buscarse la coincidencia del terciario sobre la *scagliosa*, y todo ello, con o sin diapiro arcilloso, cubierto por el pleistoceno.

Investigaciones modernas.

Para impulsar modernamente las investigaciones se concedieron en 1911 primas a los particulares, de 30 liras por metro lineal de sondeo, después de pasar 300 metros; medida escasa que no dió resultado.

En el año 1926 la situación era de franca decadencia, y el Estado italiano, para actuar más fácilmente en las adquisiciones e investigaciones del petróleo, fundó la Compañía intermedia «Azienda Generale Italiana Petroli», conocida generalmente por A. G. I. P., la cual es un ente paraestatal que ha tomado la dirección del petróleo en Italia, en todos sus aspectos, para lo cual el Ministro de Economía Nacional ha dispuesto la revisión y caducidad de las concesiones petrolíferas inactivas hace tiempo.

A cambio de la concesión se comprometió a invertir anualmente la cantidad de siete millones de liras para la investigación, y los esfuerzos en este sentido desenvueltos entre los años 1926 a mayo 1930 se concretaron en 16 pozos en diferentes regiones con una profundidad de 9.587 metros y resultando prácticamente estéril, exceptuando el pozo número 1 de Fontevivo, al que nos referimos en otro apartado, pues en los demás pozos sólo se han podido demostrar los indicios en forma gaseosa y líquida; las erupciones más violentas se refieren a los pozos de la llanura del Pó (Emilia-Parma). Hay que contar con que al año, en el mundo, exceden de 30 por 100 el número de pozos estériles.

En este momento las Sociedades eran: A. G. I. P., con 140 millones de liras; Nafta, con 300 millones, y la Italo-Americana, con 250. A poco de constituirse la A. G. I. P. valía el quintal de gasolina 397 liras, y en 31 de diciembre 249 liras, es decir, que se ha mejorado. Para el mejor acierto en las nuevas inves-

tigaciones toda la atención se ha puesto en las zonas de más renombre; en el Apenino septentrional, Emiliano y Vogherese se suponen más esperanzas, porque hay una cuádruple cadena de manifestaciones petrolíferas que se siguen en unos 200 kilómetros paralelamente a la cresta de la cordillera.

Toda la arcilla *scagliosa* está colmada de manifestaciones e indicios, pero la capacidad se limita a la posibilidad de contención de las intercalaciones calizas o arenosas.

Según el Ingeniero Camerana se obtienen en los sondeos de Emilia de 500 a 900 litros por metro de perforación. El Ingeniero Porro supone más posibilidades en los más amplios pliegues ocultos y protegidos por el cuaternario y en los cuales se han comprobado las erupciones y los núcleos arcillosos. Esta zona marginal de la llanura Piacentina, inmediata al Apenino, donde se encuentra Fontevivo, fué la más preconizada para las investigaciones durante el Congreso Geológico del Petróleo tenido en Piacenza (1923). Se hicieron sondeos pequeños y previos por los geólogos, viniendo a coincidir los máximos puntos con los determinados por un rabadomante para la Sociedad «Petroleum Italiana». La A. G. I. P. recurrió a la determinación geofísica de la tectónica por bajo de la llanura, única manera científica de actuar.

Aplicados los procedimientos geofísicos de electricidad (1) a la investigación del subsuelo por bajo de la llanura del Pó, en la vertiente NE. del Apenino Emiliano, se acusaron los primeros pliegues de mayor densidad en las proximidades de Fontevivo, indicando, según las interpretaciones geofísicas y geológicas (Profesores Bellingi y Anelli), una especie de anticlinal o cúmulo de arcilla con terreno más poroso a los lados.

(1) Admirablemente conducidos por el Profesor Belluigi; en momento oportuno se ocupará de ellos D. Luis de la Peña, Director del Instituto Geológico y Minero de España, especializado en estos estudios.

(N. y S.) dispuesto en forma sinclinal; es decir, una especie de pliegue diapiro arcilloso orientado de N. a S., como es frecuente en las grietas de mayor salida petrolífera de este Apennino, y rodeado de pequeños sinclinales de los terrenos terciarios, inferiores o medios en comunicación con las líneas de rotura, cubriéndose el conjunto por un manto de plioceno bajo el aluvión pleistoceno, de modo parecido al croquis que damos.

Los sondeos se distribuyeron, dos al NE. (1 y 4) y dos al SO. (2 y 3) de la supuesta cúpula y alineados de NE. a SO. Los sondeos septentrionales llegaron el 8 de marzo a:

Núm. 1.....	370
» 2.....	378,10
» 3.....	208,20
» 4.....	309
» 5.....	213,70 (1).

El sondeo número 1 es el que ofreció la explosión de gas; el número 2 se hizo con intención de aclarar la estratigrafía, y en el 3 vino el aceite con agua salada; el número 4 es el que ha dado una producción medianamente regular. Todos ellos cortaron en primer lugar los aluviones y depósitos cuaternarios antiguos de la terraza del Pó, seguidos, casi sin solución de continuidad, por las pudingas del calabriense, de las que se pasa a las arenas más fosilíferas del Astiense y Plesanciense, entre las cuales se encuentra el petróleo por lo general. Solamente el número 2, hecho para estudio estratigráfico, cortó algunas capas más inferiores, quizás miocenas, debajo de las cuales se encuentra la *arcilla scagliosa*.

La forma de encontrarse el petróleo varía según los distin-

(1) Estos datos deben ser tomados como aproximados, pues observo algunas diferencias en la anotaciones por distintos conductos.

tos taladros, aun estando tan próximos, lo que confirma que se trata de bolsas aisladas, de diferente importancia y no de horizontes seguidos en campo petrolífero extenso. En el número 1, al llegar a las arenas finas del plioceno inferior (196 metros), ocurrió una explosión de gas con presión de 12 mm. y varios días que estropeó el castillete e hizo perderse parte del petróleo, que ascendió después ya colocados los depósitos de captación, gracias a este aviso, hasta 145 toneladas. En el número 2 se encontró primero una pequeña cantidad en las arenas a 127 metros y después mayor cantidad con el agua salada (222 metros) que tanto dificulta su explotación; en el número 3, a los 194 metros, también se dió con el agua salada, pareció separarse a los 219 metros y después volvieron mezclados.

El petróleo del sondeo número 2, aislado del agua, se extraerá por medio de un nuevo taladro, el 2 bis, que se hace en su proximidad. En el número 4 el petróleo ha estado siempre aislado del agua en las 200 toneladas producidas; últimamente pareció dar algo de agua; actualmente se limpia y arregla el taladro, sin seguridad de que no se haya agotado esa acumulación.

Las aguas que en Fontevivo se hallan unidas al petróleo acusan los gases halógenos en la siguiente proporción:

Cloro.....	99,75	%	gramos	por	litro
Bromo.....	0,35	%	»	»	»
Yodo....	0,032	%	»	»	»

Lo mismo que ocurre en Rumania en los horizontes daciano y meótico del plioceno.

En el gas se encuentran hidrocarburos lineales saturados, en un litro:

92,00	%	CH ₄
4,71	%	C ₂ H ₆
0,60	%	CO ₂
0,50	%	CO

El campo petrolífero surgente a los 378 metros, que el 29 de enero de 1931 se alcanzó en Fontevivo (provincia de Emilia), ha venido produciendo unas seis toneladas diarias de petróleo bruto, hasta el 9 de marzo 221 toneladas, las cuales se enviaron a la refinería de Florenzuola d'Arda.

Analogías entre los indicios petrolíferos andaluces e italianos.

No se ha puesto en claro la importancia de los varios depósitos en la intrincada estratigrafía apenina, pues casi siempre los fracasos se atribuyen a falta de medios o de organización (Abruzos). La producción media quizás sea de unas 5.000 toneladas al año, y una obtención de 20 a 50 toneladas por año y pozo son estimables en Italia.

En realidad, las zonas productivas corresponden a los Apeninos Placentino y Parmesiano. En estas regiones el petróleo se encuentra entre las areniscas y calizas fisuradas apoyadas en la masa de la arcilla *scagliosa* (escamosa). Puede decirse muy gráficamente que la investigación del petróleo se reduce a una verdadera pesca de núcleos porosos en la masa arcillosa impermeable, cuidando mucho del aislamiento de los horizontes acuíferos. La diseminación y presentación de estos repetidos depósitos muy destilados marcan mucha semejanza entre Andalucía y Emilia.

Las analogías son de dos clases: geológicas y de clase.

Aunque mucho menos atormentado el Triásico español superior con sus yesos, margas y arcillas, desde luego son evidentes los repetidos contactos anormales del Keuper con todos los demás terrenos secundarios y terciarios, atestiguando un deslizamiento energético de los estratos sobre el elemento suave triásico. Y este fenómeno, cumplido en escala gigantesca, alinea los isleos irregulares a lo largo de la cordillera desaparecida que enlaza, paralelamente al contorno cantábrico, el geosinclinal andaluz con el levantino.

En cuanto a la semejanza de los indicios, y aparte de nuestra escasez de gases, podemos señalar los petróleos ligeros de Cádiz y Garrucha, de análisis casi idéntico al del petróleo emi-

liano, y la abundancia de aguas saladas, gases desprendidos y volcancitos de lodos, análogos a los que se ofrecen en la arcilla *scagliosa* del Apenino.

Estos fundamentos de semejanza, tectónicos y de yacimiento, justificarían una investigación metódica geofísica y geológica acerca de los petróleos andaluces.

Análisis.

Para que se aprecie la gran semejanza entre los petróleos de Italia (Salsomaggiore) y de Andalucía (Garrucha), damos a continuación los análisis efectuados en el Laboratorio del Instituto Geológico por el Ingeniero Sr. Menéndez Puget.

Estudio comparativo de los petróleos de Fontevivo (Parma) y los procedentes de Garrucha (Almería)

FONTEVIVO (PARMA)

Producto de color claro

Este producto es de color de infusión de té, fluorescente y poco viscoso.

La destilación fraccionada que efectuamos sobre este aceite dió los siguientes resultados:

Comienza la destilación a los 60°.	
De 60° a 180°	72,45 %
Destilación con depresión de 300 milímetros de agua.	
De 80° a 180°	16,25 %
Residuo	6,55 %
Gases y pérdidas	4,75 %
	<u>100,00 %</u>

Los productos de la destilación fraccionada tienen las características siguientes:

La *fracción de 60° a 180°* es incolora, muy movable y el peso específico a 15° = 0,7621.

Fracción obtenida con depresión de 80° a 180°. — Ligeramente amarilla, movable, $D_{15} = 0,8351$.

Residuo. — Pastoso a la temperatura ambiente y oscuro.

Vemos que el aceite es muy rico en gasolinas de mediana densidad.

Producto oscuro

Es de color marrón oscuro, algo más viscoso que el anterior y como él fluorescente.

La destilación fraccionada dió los resultados siguientes:

Comienza la destilación a los 60°.	
De 60° a 180°	56,32 %
Destilación con depresión de 300 milímetros de agua.	
De 80° a 180°	11,70 %
De 180° a 250°	17,66 %
Residuo	7,16 %
Gases y pérdidas	7,16 %
	100,00 %

Estos aceites tienen las características que damos a continuación:

Fracción de 60° a 80°.—Incolora y muy movable, $D_{15}=0,7716$.

Fracción obtenida con depresión de 180° a 250°.—Amarilla, algo viscosa, $D_{15}=0,8741$.

Análisis del agua procedente del sondeo número 2 de Fontevivo

Cloro.....	99,755	gramos en litro.
Bromo.....	0,372	» »
Yodo.....	0,035	» »

PETRÓLEOS DE GARRUCHA

Producto claro

Es ligeramente amarillo y muy movable.

La destilación empieza a los 80° y el fraccionamiento dió los resultados siguientes:

De 80° a 198°	97,10 %
Residuo	2,00 %
Gases y pérdidas	0,90 %
	100,00 %

El producto que destila entre 80° y 198° es incoloro y muy movable y su peso específico es 0,7617; es decir, muy semejan-

te en olor, color y densidad a la fracción análoga del producto claro de Fontevivo.

Producto oscuro

Tiene el color de infusión de té.

La destilación empieza a los 147° y el fraccionamiento dió los resultados que damos a continuación:

De 147° a 241°	27,39 %
De 241° a 328°	62,19 %
Destilación con depresión de 300 milímetros de agua.	
De 250° a 335°	9,11 %
Brea	0,65 %
Gases y pérdidas	0,66 %
	100,00 %

Las características de estos productos son las siguientes:

Fracción de 147° a 241°.—Incolora y muy movable. $D_{15}=0,8430$.

Fracción de 241° a 328°.—Amarilla y movable. $D_{15}=0,8682$.

Fracción obtenida con depresión de 250° a 335°.—Oscura y viscosa. $D_{15}=0,9061$.

Residuo.—Oscuro y pastoso.

El agua del pozo de donde se extrae el producto claro tiene 7,202 gramos de cloruro sódico en litro y en ella hemos podido comprobar la presencia de bromuros y yoduros.

De la comparación de las fracciones obtenidas en la destilación de los petróleos de Fontevivo y de Garrucha se puede comprobar la semejanza de los productos ligeros, cuya densidad y temperaturas de destilación son análogas, así como las de los productos pesados obtenidos en la destilación de los petróleos oscuros.

ANTONIO CARBONELL TRILLO-FIGUEROA

PROLONGACIÓN DEL CARBONIFERO AL SUR DE LA FALLA DEL GUADALQUIVIR

La formación carbonífera de Bélmez se prolonga al E.-SE., por el término municipal de Adamuz, desapareciendo inopinadamente en la falla del Guadalquivir, como puede verse al pie de la población de Montoro, donde se ha señalado la presencia de abundantes fósiles que así lo atestiguan.

El eje ideal de la prolongación de ese seno hullero se extiende, por tanto, entre Cañete de las Torres y Villa del Río, desde cuyo lugar se arrumba por la campiña de la provincia de Jaén, hacia Lopera y Escañuela.

* * *

La cuenca carbonífera de Bélmez, se halla sumamente desmantelada; a medida que se avanza de NO. a SE., las capas aparecen más erosionadas. En Peñarroya se define una variación en el buzamiento del fondo del sinclinal hullero, que hacia el NO. se inclina a ese rumbo, y hacia el SE. a éste, o sea, al inverso rumbo que en la sección Peñarroya-Fuenteovejuna.

Un somero análisis del valle del Guadiato, nos da idea de la erosión sufrida por los depósitos hulleros, hasta el estrecho

de La Angostura; otro tanto ocurre en la depresión del Guadalbarbo, hasta las Juntas; y en Villafranca, el cerro del Calvario, de cuarcitas carboníferas, queda como un hito entre las depresiones del Norte y del Sur.

Es indudable que las líneas topográficas, las depresiones de referencia, se llevaron a cabo sobre aquellas porciones más blandas del conjunto petrográfico, como son las capas de hulla, las arcillas y pizarras del carbonífero rico, apareciendo abajo restos de dichas capas, como las del Guadalbarbo, que son verdaderas raíces de las originales, intercaladas entre pizarras arcillosas del Culm y de la transición de éste al Vesfaliense.

* * *

Indudablemente la erosión que hoy apreciamos en los estratos carboníferos, que arrasó en gran parte los depósitos de hulla de la cuenca de Bélmez, ha tenido lugar en una fecha en gran parte posterior al mioceno medio, de lo que son testigos las mesas derrubidas del triásico y del mioceno, y asimismo, las terrazas, cuaternarias en parte, del Guadiato y del Guadalquivir.

Este río hoy avanza su cuenca al Norte, y prueba de ello es la glyptogénesis por que pasa el Valle de los Pedroches.

Por consiguiente, antes del terciario medio, llegamos a la conclusión de que las depresiones que hoy vemos en la cuenca carbonífera de Bélmez, estaban rellenas por los depósitos carboníferos, de cuya realidad puede juzgarse por las raíces que aun podemos apreciar en las capas visibles.

Es decir, que en el terciario inferior las capas de carbón de la cuenca de Peñarroya debían seguir a Espiel, Adamuz, Montoro, y lógicamente seguirían en esa forma; es decir, integradas por los depósitos originales al E.-SE.

* * *

La falla del Guadalquivir es estefaniense-permiana, como lo demuestra principalmente la integración de los depósitos triásicos y la diferencia estratigráfica entre éstos y los paleozoicos, horizontales los primeros, intensamente plegados los segundos.

Luego, si nuestras deducciones son ciertas, claramente se vislumbra la posibilidad de que en la zona de la campiña cordobesa-gienense que se extiende entre Bujalance, Escañuela, Arjona, Villa del Río, hay grandes probabilidades de reconocer capas de hulla que desde el permiano estén reservadas de la erosión.

Sin que ello sea una demostración palpable de lo anterior, pero sí un indicio interesante, según nuestras noticias hace años se practicó un sondeo en Villa del Río de 100 metros de profundidad, en la inmediación de la estación del ferrocarril, el cual dió un fuerte olor a hidrocarburos.

* * *

Según he indicado en un reciente trabajo: «Un nuevo yacimiento de *archæocyathidæ* en Córdoba. Consecuencias tectónicas», la falla del Guadalquivir parece estar integrada cerca de Córdoba por fallas sucesivas, cuyo salto es de unos 400 metros, y, por consiguiente, por lo que a esto afecta, no hay grandes dificultades para que con un sondeo se lograra reconocer en el lugar dicho de la campiña de Córdoba si el carbonífero rico pasaba al Sur del río y a profundidades explotables.

Además, debe tenerse en cuenta que al parecer los depósitos postpaleozoicos que descansan sobre dicho carbonífero han de estar en dispositivo sensiblemente horizontal, que es el que tiene el triásico al Norte del río, y el terciario al Sur del mismo. Todo ello es muy interesante porque aumenta la viabilidad de reconocer, y explotar en su caso, el carbonífero que posiblemente guarda la campiña andaluza en la porción señalada.

EMILIO DE JORGE

EL ESPATO DE ISLANDIA DE DIMA

En la visita que he hecho a la zona de Dima, donde aparece el espató de Islandia, he visto lo siguiente:

Una serie de capas de espató de Islandia estratificadas concordantemente con la caliza aptense.

Estas capas de espató de Islandia aparecen a distancias irregulares, empezando a media ladera de las lomas, llamadas Montes de Arteun, y continuando hasta la cima y aun pasando a la ladera de Amorebieta en la forma que indica el croquis A. El espesor de las capas es muy variable y llega en algunos a cinco metros. Su aspecto es un conjunto de piedras translúcidas, de color verde claro generalmente y pardo oscuro a veces, de tamaño $0,3 \cdot 0,3 \cdot 0,2$, ó sea $0,180 \text{ m}^3$, es decir, de unos 400 kilogramos cada una. De estas piedras hay ya arrancadas en la mina «Dos Amigos» más de 100, es decir, unas 50 toneladas de piedra de espató de Islandia. Descubiertas en la capa hay otras, algunas de gran tamaño; y, además, se ve la capa constituida por espató limpio en una anchura de unos tres metros. En longitud se ve al descubierto en unos 20 metros y su prolongación a larga distancia con intermitencias. Faltan exploraciones para poder asegurarse de la bondad del espató en esas prolongaciones.

Envolviendo el espató limpio hay una capa de espató calizo

de grandes cristales opacos en gran masa y translúcidos en láminas delgadas, pero no transparente como el espato de Islandia, y a su vez, formando techo y muro de este espato calizo, viene la caliza aptense con sus fósiles característicos (croquis B).

En esta caliza son frecuentes cuevas o hendiduras en la proximidad de las capas de espato.

La formación geológica de esta parte es como indica el croquis C, es decir, que está constituida por el Cretáceo inferior, o más bien, por el Aptense en sus dos pisos Urgoniano y Bedoulense.

La dirección constante de las capas es NO.-SE. con ligeras variaciones en algunos sitios. La inclinación de las capas es de unos 60 grados.

Según los informes que he recogido, de las piedras escogidas se pueden extraer unos 30 kilogramos de fino por tonelada, o sea que se podrán sacar ya, contando con las 50 toneladas, unos 1.500 kilogramos de cristales escogidos de espato de Islandia, que al precio prudencial de 400 pesetas kilogramo, valen 600.000 pesetas.

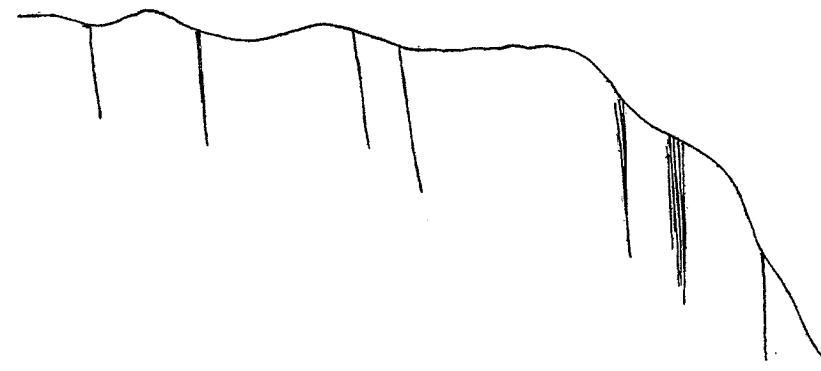
Respecto a precios mis informes son que en París se cotiza el espato entre 800 y 3.000 francos el kilogramo, y en Londres la cotización actual es de 13-15-7 (libras, chelines, y peniques).

Hay que advertir que el residuo de la extracción de los finos tiene también su mercado y de esta zona se ha vendido algo. Es posible que en una explotación ordenada se pudieran obtener tres productos vendibles, que podrían denominarse fino, menos fino y basto (todos de espato de Islandia transparente). No debe olvidarse que el fino, destinado a óptica y otros usos, exige un tamaño comprendido entre ciertos límites y una limpieza absoluta. Después viene el menos fino, que puede ser el mismo con quebraduras interiores que lo hacen inaplicable

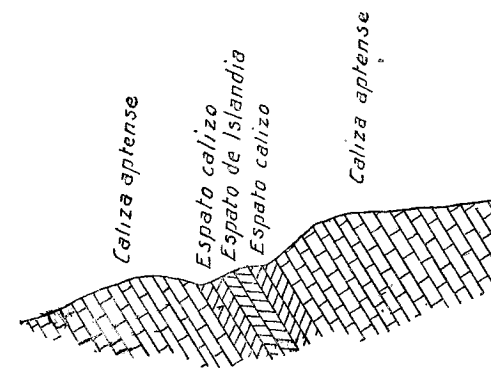
EL ESPATO DE ISLANDIA DE DIMA



Lámina I.



Croquis A.

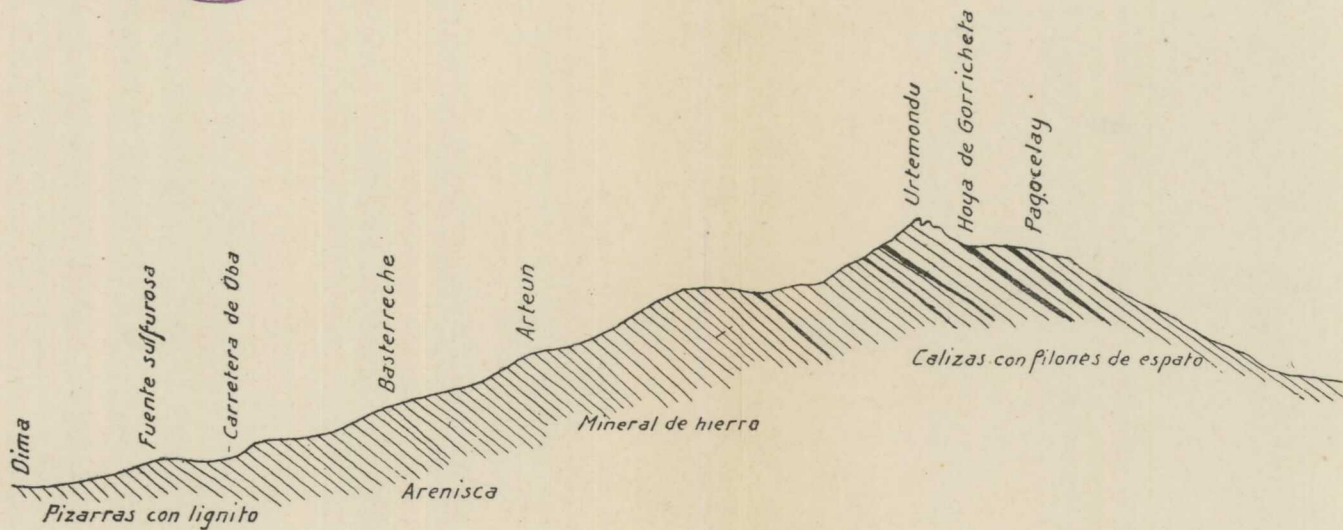


Croquis B.

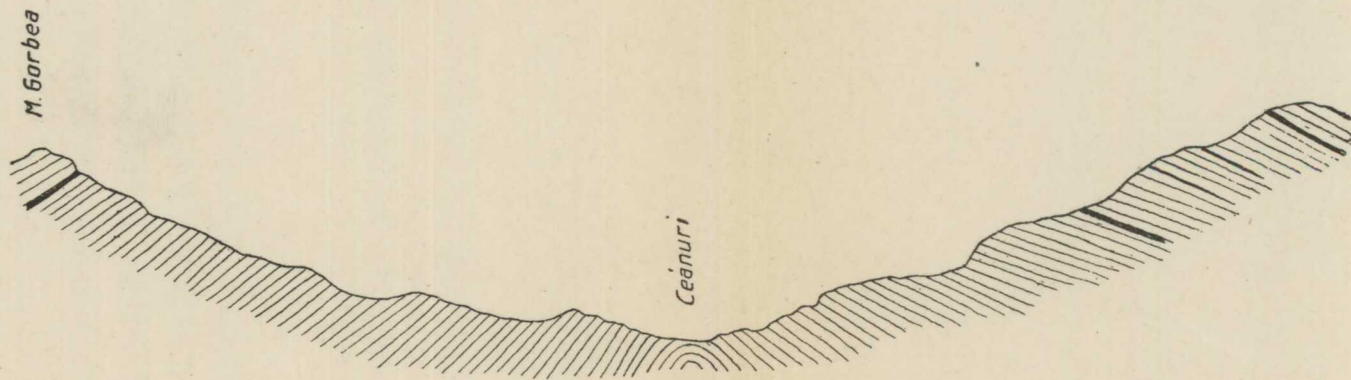
EL ESPATO DE ISLANDIA DE DIMA



Lámina II.



Croquis C.

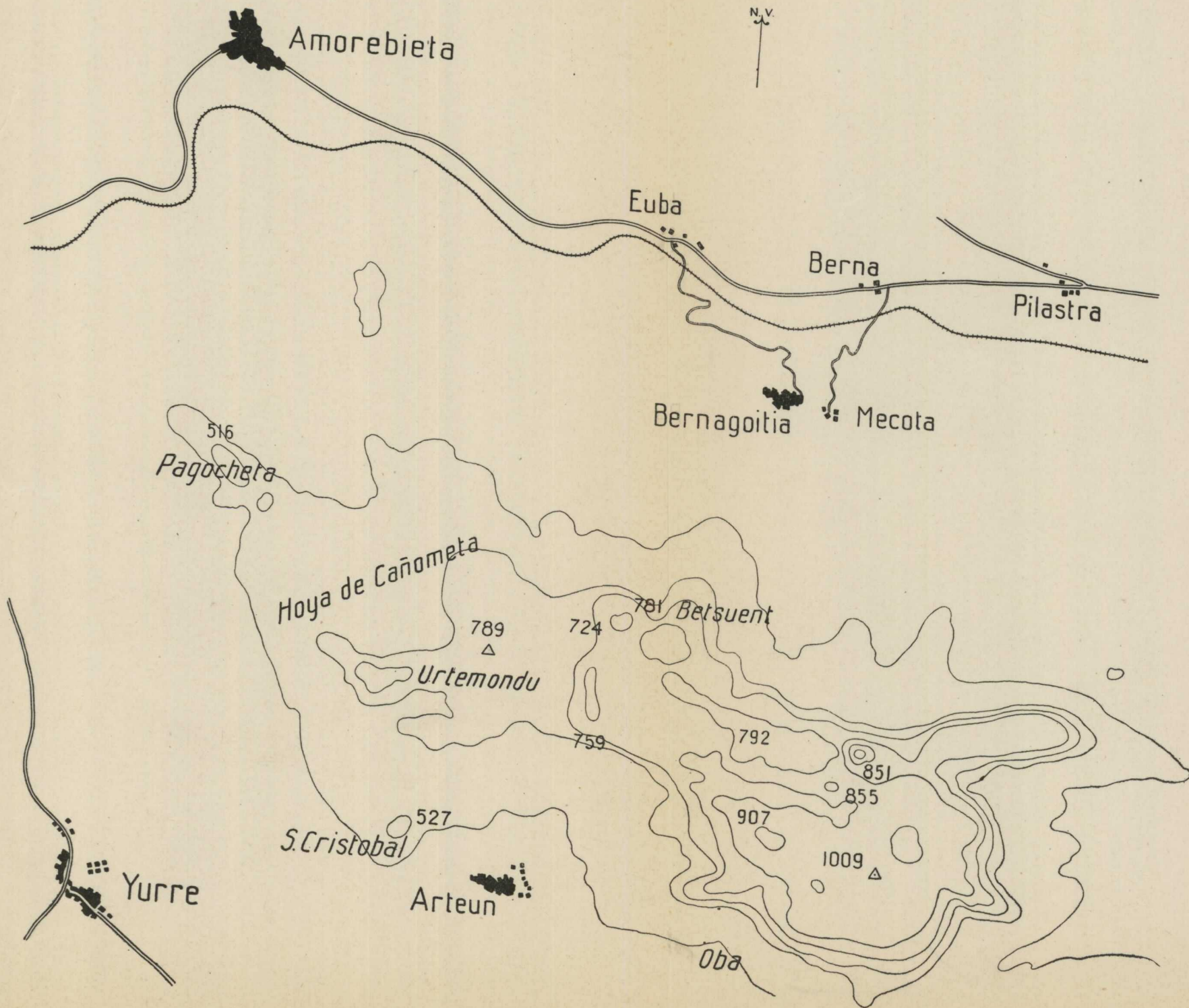


Croquis D.



EL ESPATO DE ISLANDIA DE DIMA

Lámina III.



para aquellos usos, a pesar de su transparencia, y luego hay una clase más ordinaria que no es completamente transparente.

El menos fino parece, por los informes recibidos, que puede venderse a 50 pesetas el kilogramo, y la parte basta, debe tener también salida y se ha hecho alguna venta, pues he visto en la estación de Amorebieta dos vagones de esta clase, sin que haya podido saber a qué precio se vendieron.

Los actuales propietarios y denunciadores de minas de espato de Islandia en esta región han tenido el acierto de tomar la mejor parte, o por lo menos, lo que ahora puede creerse así. Pero pudiera suceder que por no estar bien reconocida toda la extensión de esta zona, vinieran nuevos denunciadores, y en su caso concesionarios, que además de ser un obstáculo para las actuales explotaciones, pudieran ser personas poco peritas en la explotación y en la manipulación del producto para obtener la mayor cantidad de fino y la mejor calidad del mismo en cada unidad de materia prima. Hay que tener presente que esta obtención del mayor rendimiento en fino depende, en gran parte, de la habilidad y pericia de la persona que lo hace, y no sería recomendable entregar la piedra que se extraiga de la capa a obreros inexpertos, que lejos de sacar un producto remunerador, conviertan su esfuerzo en pura pérdida.

Por esto pudiera ser aconsejable la tutela del Estado, bien sea disponiendo una concesión condicional y una explotación ordenada, o bien reservándose una zona que creyera conveniente para su mejor utilización.

El coto de que se trata se compone de las siguientes minas:

Mariano..	20	pertenencias
Dos Amigos.....	20	—
La Loba.....	77	—
Montserrat.....	20	—



que están en tramitación; y las siguientes, demarcadas y concedidas:

San Jerónimo.	20	pertenencias
Infierno.....	29	—
María Luisa.. ..	20	—
Santa Teresita.....	50	—

En total, doscientas cincuenta y seis pertenencias.

Los propietarios tienen en arriendo una extensión de terreno de más de dos kilómetros cuadrados.

Todo el trabajo se hace a mano y en el cerco de las minas no hay más edificaciones que una pequeña casa de piedra y unas chozas.

Además de las minas de este coto hay una solicitud de D. Ramón Puig de la mina «Juanito» de 22 pertenencias.

Por otra parte, en lo más alto del monte Gorbea, en jurisdicción de Orozco, hay otra mina de los propietarios del coto con un filón de espato de mucha longitud que, según dicen, se ve muy transparente en el interior de una caverna. Este filón lo señalo en el croquis *D*, y como se ve, es simétrico de los otros de Dima, con relación al eje del anticlinal que pasa por Ceánuri.

P. FALLOT y A. MARÍN

NOTA GEOLÓGICA SOBRE LA REGIÓN DE PUERTO CAPAZ

Deseosos de descubrir el misterio geológico que encierra la cadena del Rif de la zona del Protectorado español en Marruecos, empezamos (en un principio en colaboración con el sabio geólogo Blumenthal, muy conocedor de la región Sur española) a hacer un estudio de la misma y nuestras primeras observaciones fueron dadas a la publicidad en 1930 (1). Los que suscriben esta nota han realizado nuevas excursiones para completar los datos anteriores y juntos han realizado una para unir las observaciones de 1930, con las que en ella hemos hecho en la región de Punta Pescadores y que han tenido por límite al Oeste, el valle del M'ter.

Unimos un bosquejo geológico del conjunto de la zona observada. El paleozoico forma la costa sin interrupción desde Ceuta hasta el Oeste de Punta Pescadores. En él se observan, en la región de Gomara, ciertos asomos de rocas hipogénicas del grupo de las peridotitas: harzburgitas y lertzolitas, con caracteres análogos a los de Ceuta y Serranía de Ronda. Esta

(1) A. MARIN, M. BLUMENTHAL y P. FALLOT: «Observations géologiques sur le Nord-Ouest du Rif Marocain». *Bull. Soc. Géol. de France* (4^e 5^e), XXX, 1930, págs. 659 a 735.

semejanza se refiere no tan sólo a los minerales esenciales que constituyen las zonas, sino también a los accesorios y aun en el modo de producirse la alteración en unos y otros.

Las calizas jurásicas al Este del profundo valle del M'ter constituyen tres fajas muy estrechas, pero que resaltan mucho en el terreno a causa de que forman grandes crestones sobre el paleozoico. En cambio, éste, a causa de su mayor facilidad a la erosión, se presenta en valles intermedios muy hondos. Los dichos crestones culminan en Cudia Tanarast, 1 de la figura, en Cudia Timargaden, 2, y en Cudia Yoma d'Asagar, 3. Al Sur de esta última cresta jurásica se presenta el Flysch numulítico vertical, pero existe entre ambos terrenos una zona estrecha muy confusa y alterada. El numulítico parece presentar en su base conglomerados y calizas con *Num. Fabiani*, *N. incrassatus*, *Orthophragmina* sp. del eoceno superior.

Hacia el E.-NO. la formación jurásica se estrecha. Ella constituye, en un solo pliegue, la masa del Yebel Nanoh, 4, limitada al Sur por el Flysch. Más al Este pierde espesor el jurásico, quedando tan sólo como testigo de su existencia el pequeño afloramiento calizo de Tifratán. Se pierde más allá, hacia el mismo rumbo, la faja jurásica y aparece dando vista al valle del Ouringa, en Yebel Ihannachen y después en Hafa Sizan, 5, atraviesa el citado río y se prolonga la faja por el macizo, cuya cúspide tiene la cota 496, en donde desaparece para volver a aparecer la caliza en la misma Punta de Pescadores y en varios pequeños asomos al Este del valle del Misiaba.

El Jurásico y el Flysch se presentan en los macizos de Ihannachen, Hafa Sizan y monte cota 496 en contacto anormal, así como en los pequeños afloramientos de la vertiente derecha del valle del Misiaba. El último asomo jurásico se encuentra pegado al Flysch de la vertiente Este del valle del Misiaba.

En la parte baja de este Flysch se presentan intercalaciones calizas con *Orbitolites complanatus*, *Heterostegina reticulata*, *Operculina ammonoidea*, *Num. globulus*, Guettardi, que fijan su edad luteciense medio o superior.

Los acantilados de Punta Pescadores están constituídos por las calizas jurásicas con buzamiento al Sur, sobre las que se apoyan los materiales del Flysch y aquéllas se encuentran desplazadas al Norte con relación a la formación jurásica que acabamos de describir.

En el extremo del cabo existen tres ensenadas debidas a la erosión marina que ha derrubiado en ciertos sitios el dique estrecho de caliza que defendía el terreno y que ha socavado con mayor rapidez los materiales blandos del Flysch. Por consiguiente, no existe en esta zona ningún volcán, como suponía M. Russo (1). En la base de este Flysch, de edad luteciense, se presentan *Nummulites globulus*, *N. granifer*, *Assilina* sp., *Heterostegina reticulata*.

Este Flysch toma mucha extensión al Este, y unido a la arenisca forma toda la costa hasta Villa Jordana. Próximamente a un kilómetro al Este de Punta Pescadores se presentan unas calizas en la base de la formación de edad luteciense, según la clasificación hecha por Doncieux de los foraminíferos hallados y que son los siguientes: *Nummulites globulus*, Guettardi, *Num. granifer A*, *Assilina*, sp., *Orthophragmina discus* u *O. varians*.

Con excepción del horizonte hallado al Sur de la Cudia Timargaden, donde se presenta el eoceno superior, el Flysch se muestra generalmente de edad luteciense, por lo menos en la base de la formación. Así, al Sur de Yebel Ihannachen se encuentran: *Orthophragmina discus* o *variens*, *Num. granifer A*

(1) Russo: Recherches géologiques sur le Nord-Est du Rif. *Mem. Soc. Sc. Nat. du Maroc.*, núm. XX, 1929, págs. 1 a 152.

(= *Gallensis A*), *Num. globulus*, *Guettardi*, *Operculina sp.*, que parecen pertenecer al luteciense superior.

Mas ante la existencia de los cantos calizos numulíticos que se encuentran en los conglomerados muy duros, en contacto con el paleozoico, de la playa de Kohauma, con un aspecto muy diferente del Flysch margoso blando de edad luteciense, medio o superior, se presenta un problema estratigráfico muy interesante. En dichos cantos calizos se presenta una fauna muy distinta de la hallada en el Flysch: *Alveolina larva*, *Alveolina Bosci*, *Orbitolites complanatus*, *Nummulites laevigatus* var., aunque también de edad luteciense bien clara, tal vez luteciense superior.

El conglomerado no sabemos a qué edad corresponderá por no estar en relación con ningún otro nivel terciario, pero ahora lo único que nos importa para el problema planteado es hacer resaltar que estas calizas blancas numulíticas con foraminíferos grandes han existido ciertamente en estos parajes, a pesar de que no conozcamos afloramiento alguno. Sin embargo, nosotros en otros sitios de la cadena caliza del Rif, hemos visto calizas lutecienses con foraminíferos más grandes que los pequeños del Flysch, citados algunos de ellos varias veces en este trabajo, como los del monte de Arib, los del camino de Ceuta a Zoco el Telata, los del collado de Kelaa cerca de Xauen, etc. Sería muy interesante de precisar si esta diferencia en la fauna obedece a una facies local de la base del Flysch, o estas calizas blancas con foraminíferos grandes forman parte de una unidad estructural distinta.

La sucesión de las capas del Flysch en toda la región al Sur de la zona caliza es la siguiente: margas con bolsadas lenticulares de calizas con foraminíferos en la base, encima margas y arenisca muy cuarzosa y en el alto, la arenisca del Algibe.

Las cuarcitas constituyen en algunos sitios grandes crestos-

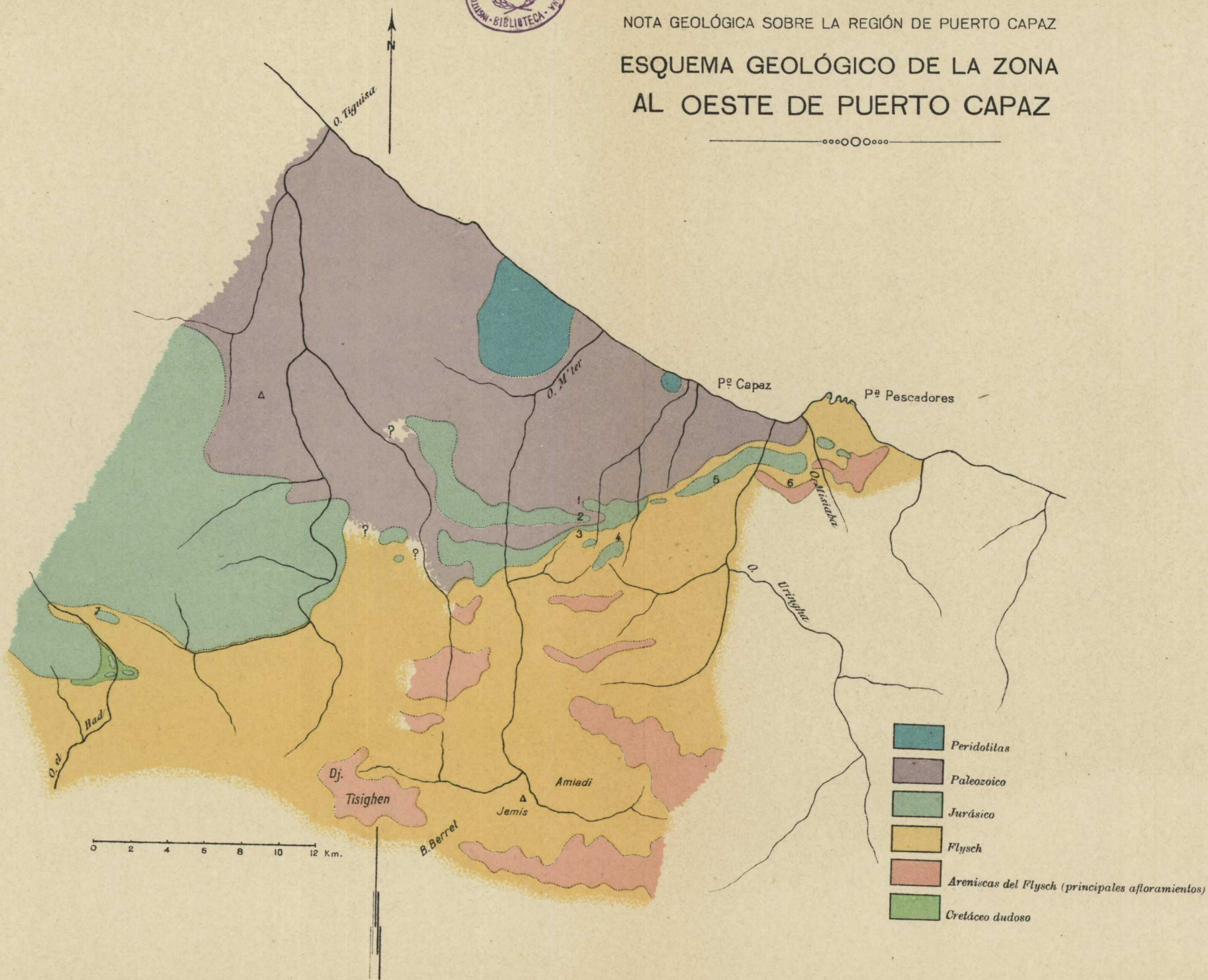
nes y tienen semejanza con los bancos de esta roca ordovi-cienses, pero podemos afirmar, en contra de lo que nosotros mismos habíamos admitido, que ninguna de estas formaciones de cuarcitas en la zona en que se refiere esta nota al Sur del macizo coronada por la cota 1.101 y en la margen izquierda del M'ter en la zona de Sidi-Ali-Ben-Yusef pertenecen al paleozoico, sino que corresponden a depósitos bastante más modernos.

No hemos podido en la excursión, por causas imprevistas, terminar nuestros estudios con el detalle necesario para poder llegar a determinar el modo de hacerse la unión de las fajas paleozoica, secundaria y terciaria entre el M'ter y la región del Jemis de Beni Selman, que habíamos visitado en 1930. Nos es imposible, por tanto, sin el conocimiento exacto de esta pequeña parte de la cadena del Rif, afirmar si el contacto anormal en la parte interna de dicha cadena con el Flysch, resulta de accidentes tectónicos de poca importancia o si el paleozoico, con el jurásico superpuesto, cabalga sobre el numulítico de la periferia.



NOTA GEOLÓGICA SOBRE LA REGIÓN DE PUERTO CAPAZ

ESQUEMA GEOLÓGICO DE LA ZONA AL OESTE DE PUERTO CAPAZ



EL ESTAÑO EN LAS ROCAS

La casiterita se presenta en determinadas rocas ácidas como las pegmatitas, granulitas y greisen, y la génesis neumatolítica de estos yacimientos originados por los elementos mineralizados de las fumarolas, cuyos efectos no se limitan propiamente a la masa del filón, sino que se extienden a la roca de la caja, hace que la presencia del estaño sea más corriente de lo que generalmente se cree.

El estaño ha sido señalado, aunque en cantidades insignificantes, en la ilmenita, en algunas micas y feldespatos y en determinados granates.

En estos últimos minerales de las fumarolas los hemos encontrado en cantidades apreciables; así, en unos granates procedentes de Arnoya (Orense), en la proporción de 0,046 por 100, y recientemente hemos analizado unos de Cartelle (Ribadavia), que lo contienen en cantidad de 0,016 por 100.

Aparte de encontrarlo en estos minerales, estudiando las rocas de la Sierra del Guadarrama, en un granito cogido en la Central de la Marmota (El Pardo), en el contacto con el mioceno, granito muy alterado, hemos comprobado la presencia del estaño en la proporción de 0,019 por 100, y en otro granito de unas canteras próximas a Colmenar Viejo lo reconocimos en cantidad de 0,010 por 100.

Los terrenos producto de la descomposición de estas rocas es natural que contengan, aunque sea en cantidades muy pe-

queñas, vestigios de estaño, y más tratándose de un metal cuyo mineral más corriente, la casiterita, es sumamente estable y de un ataque difícilísimo. La Oceanografía ha puesto de manifiesto la presencia de este metal en las actuales formaciones marinas, y su descubrimiento en el eoceno de Vizcaya ha hecho que el Instituto Geológico y Minero de España haya extendido sus investigaciones a distintas formaciones que por proceder de macizos graníticos y rocas ácidas hacen sospechar la existencia de tan precioso metal.

En efecto, esta sospecha se ha confirmado, como lo demuestran los análisis que daremos a continuación, y de cuya ejecución queremos dar una ligera reseña al tratarse de procedimientos poco definidos en las obras de química y que se han seguido con éxito en los Laboratorios de la Escuela de Minas y del Instituto Geológico.

Los procedimientos generalmente descritos en las obras de química, no especializados, no son aplicables en el caso de encontrarse el estaño en las proporciones indicadas.

En efecto, la fusión con azufre y carbonatos, al tratarse de fusiones por lo menos de 5 gramos, presenta el inconveniente de que el ataque es incompleto. Esto hemos podido comprobarlo reuniendo el residuo inatacado de tres operaciones de 2 gramos cada una, viendo que había quedado inatacado el 79 por 100 de la roca, y sometiendo este residuo al procedimiento que describiremos posteriormente, comprobamos que el 80 por 100 del estaño había quedado en este residuo. Esto nos origina un error por defecto.

La parte de sílice atacada al fundir con la mezcla de azufre y carbonatos queda en estado de silicato alcalino soluble, y al acidificar con un ácido puede precipitar algo de sílice arrastrada por la cantidad enorme de azufre que precipita y que hace poco menos que imposible el lavado de precipitado tan copioso. Esta circunstancia y la calcinación de tan abundante

materia nos originan un error por exceso considerable al tratarse de cantidades insignificantes de estaño (un miligramo o menos) englobadas en un gran precipitado de azufre. Este error, que no tendría importancia tratándose de cantidades grandes de estaño, es considerable en el caso que nos ocupa.

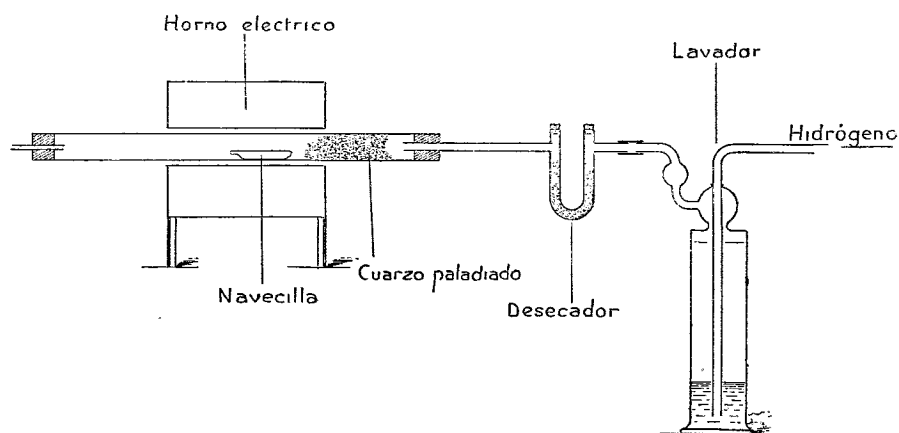
El procedimiento de fusión con peróxido de sodio no presenta el primer inconveniente que señalamos en el anterior, pues el ataque es perfecto; pero en cambio, al solubilizarse la sílice y tratar por un ácido, bien para llevar en tal estado el líquido a la corriente de hidrógeno sulfurado, o para descomponerlo después de haberlo pasado alcalino por dicha corriente, precipitan cantidades de sílice de bastante consideración comparadas con las mínimas de sulfuro de estaño. En comprobación de esto diremos que en un precipitado cuyo peso fué de 0,0043 gramos obtuvimos de sílice 0,0032 gramos y 0,0012 gramos de SnO_2 . El estaño lo determinamos por el procedimiento de reducción en corriente de hidrógeno que describiremos a continuación y la sílice pudo apreciarse admirablemente antes de dosificarla con un microscopio biocular.

El mismo inconveniente tiene el procedimiento de fusión con sosa en crisol de plata.

Estos errores pueden obviarse con el procedimiento de reducción en corriente de hidrógeno.

Se calcinan 5 gramos de muestra, por lo menos, al objeto de transformar la estannita que pudiera existir en óxido de estaño. El producto de la calcinación se coloca en una navetilla abierta en sus extremos y de unos 12 centímetros de largo y se introduce en el tubo de cuarzo de un horno eléctrico dispuesto como indicamos en la figura adjunta. Se purga el tubo haciendo pasar el hidrógeno, y cuando está purgado se empieza a calentar el horno. El hidrógeno, previamente desecado, al pasar por un lavador de sulfúrico y un tubo de cloruro cálcico se hace circular lentamente (unas 120 burbujas

por minuto). Es conveniente colocar al principio del tubo un poco de cuarzo paladiado, pues el hidrógeno industrial puede contener algo de oxígeno. Se va elevando la temperatura del horno hasta el rojo sombra (1) y se mantiene durante hora y media a esta temperatura. Transcurrido este tiempo, se eleva al rojo vivo durante un cuarto de hora, procurando no excederse en la temperatura para evitar la aglomeración de los silicatos.



Horno para la reducción del estaño.

Se va enfriando el horno sin dejar de pasar el hidrógeno, y una vez conseguido, se saca la navecilla y se introduce su contenido en un vaso con 5 ó 10 centímetros cúbicos de ácido clorhídrico. La disolución del estaño se favorece introduciendo en el vaso un alambre de platino. Se mantiene en el ácido durante doce horas calentando ligeramente; transcurridas éstas, en el baño de maría; se filtra y lava procurando no hacer un volumen superior a 100 centímetros cúbicos.

El líquido se lleva a la corriente de hidrógeno sulfurado, y

(1) G. LHESNEAU: *Principes théoriques et pratiques d'analyse minéral*, páginas 612 y 613.

la existencia del estaño es puesta de manifiesto por la coloración que toma el líquido, que parece infusión de té. Cuando está saturada la disolución y cortado el precipitado, se deja posar durante doce horas y entonces se filtra por decantación, lavando con agua saturada de hidrógeno sulfurado. La parte de precipitado que ha pasado al filtro se arrastra al vaso. Este precipitado puede estar impurificado por algo de sílice solubilizada al atacar el residuo de la calcinación con ácido clorhídrico, por sulfuro de cobre, etc. Para separar el estaño de este precipitado se añaden 10 centímetros cúbicos de amoníaco y se pasa por la corriente de hidrógeno sulfurado hasta que el líquido tome color amarillo de polisulfuro. El estaño quedará en disolución en forma de sulfosal y precipitarán los sulfuros insolubles en sulfuro amónico, que pudieran acompañar al de estaño. El líquido de la filtración se trata con ácido acético para descomponerlo y se calienta hasta que se corte el precipitado de sulfuro de estaño, que se recoge en un pequeño filtro que se lava con disolución de nitrato amónico; se seca y calcina en una navecilla tarada, aumentando gradualmente la intensidad de la llama hasta completa transformación en $S_n O_2$. El precipitado retiene intensamente el ácido sulfúrico formado, y para eliminarlo se añade un poco de carbonato amónico y se calcina nuevamente.

Este procedimiento lo hemos comprobado preparando varias muestras con arena, a la que hemos añadido cantidades de casiterita de ley conocida y en proporciones convenientes para que resultasen leyes de estaño análogas a las de las rocas, y los resultados han sido satisfactorios.

También lo hemos comprobado tratando la misma muestra por el procedimiento de reducción y el de fusión con peróxido de sodio y posterior reducción del sulfuro de estaño en corriente de hidrógeno. Los resultados han sido siempre satisfactorios.

A continuación damos algunos resultados obtenidos en distintas rocas y encontrados por los métodos descritos:

	Sn
Granates de Arnoya (Orense).....	0,046 por 100
— de Cartelle (Ribadavia).....	0,016 —
Granito de La Marmota (El Pardo)...	0,019 —
— de Colmenar Viejo.....	0,010 —
Arenas miocenas de las proximidades de Cuatro Caminos (Madrid).....	0,013 —
Archidona-Río Guadalhorce.....	0,105 —
Lucena-El Tejar.....	0,077 —
Benhaois-Río Guadalmina.....	0,038 —
Carratraca.....	0,023 —
Alora.....	0,069 —
Estepona (Sierra Bermeja).....	0,185 —
La Línea (Sierra Carbonera).....	0,046 —

S. PIÑA DE RUBIES

ANÁLISIS ESPECTROGRÁFICO DE LAS ARENAS DE VIZCAYA

En la nota redactada por los Sres. Menéndez Puget y Larragán titulada «El estaño en las rocas», que precede a este estudio, se da cuenta de los análisis químicos efectuados con arenas procedentes de la provincia de Vizcaya, para investigar en ellas la existencia de una cierta cantidad de estaño.

Estas mismas arenas han sido también estudiadas por el método óptico en el Laboratorio de espectrografía que posee el Instituto. Este sensibilísimo método permite, no solamente reconocer la presencia de estaño en unas arenas, sino también la cantidad aproximada que de este metal encierran.

La técnica empleada, como hemos dicho ya en otras notas anteriores, ha consistido en la obtención del espectro de arco a presión normal en la región ultravioleta comprendida entre las longitudes de onda 3400 y 2400 Å, zona en la que aparecen suficientes rayas del estaño, muy intensas y sensibles.

La apreciación cuantitativa de este metal se ha verificado en este caso, comparando el espectro directo de las arenas, con una escala de espectros de estaño proyectada a gran tamaño e interpolando, entre términos convenientes, el espectro del Sn en la arena. Actualmente estamos estudiando un método cuantitativo a base de las curvas fotométricas obtenidas

de los espectrogramas y que permitirá una mayor precisión, procedimiento que una vez terminado describiremos en otra nota.

Los primeros espectros obtenidos tomando directamente la arena, no mostraban las rayas del estaño salvo una dudosa; repitiendo las exposiciones hasta cinco veces — lo cual equivalía a reforzar el espectro registrado —, sólo dos o tres rayas aparecían con claridad, entre ellas debilísima la raya $\lambda = 3034,1 \text{ \AA}$.

Es necesario advertir que el caso de la arena, como el de las rocas sálicas, es uno de los más desfavorables que se presentan en espectroscopia, por la gran cantidad de SiO_2 que contienen y que al volatilizarse en el seno del arco además del espectro atómico del silicio, se produce un segundo espectro molecular muy rico en bandas, debido, como ha demostrado A. del Campo, a un óxido inestable de silicio de fórmula SiO . Estas bandas llegan a ennegrecer toda la región extrema ultravioleta de modo que solamente las rayas de alguna intensidad se destacan sobre este fondo, y de ahí la imposibilidad de buscar en él, por ejemplo, las rayas del estaño de $\lambda = 2421,7$ y $2429,5 \text{ \AA}$ cuando este metal está sólo como indicios. Lo mismo ocurre para algunos metales que sólo tienen rayas interesantes en esta zona. Por las longitudes de onda 3200 y 2800 \AA , el efecto del silicio es casi inapreciable.

Además del espectro directo de varias muestras de arena, unas seis en conjunto, obtuvimos el espectro de unos residuos concentrados, por lavado en mesa, y en él aparecían las rayas del estaño con indicios de antimonio y mucho titanio.

Con ayuda del microscopio binocular, pudimos separar de las arenas algunos miligramos de motas negruzcas o pardas cuyo espectro reveló estar compuestas por un mineral de titanio con el cual no se asociaba ninguno de estaño.

Como la ley de las arenas, en estaño, se suponía ser alre-

dedor de 1 por 1.000, con objeto de comprobar la influencia que el SiO y sus bandas pudieran ejercer sobre las rayas del Sn debilitándolas, hicimos una serie de ensayos encaminados a determinar el porcentaje límite que en estas condiciones se podía apreciar con seguridad. Para ello mezclamos a la misma arena — directamente no daba Sn — cantidades crecientes de este metal, haciendo una escala de seis términos con el siguiente porcentaje:

1.º.....	2	por 1.000
2.º.....	1	—
3.º.....	0,5	—
4.º.....	0,3	—
5.º.....	0,1	—
6.º.....	0,05	—

Los espectros se fotografiaron superpuestos y en el orden indicado, colocando después a continuación el espectro de la arena tal cual. Este ensayo demostró claramente que aun en el término 6.º se apreciaban bien las rayas del estaño situadas en $\lambda = 3200$, las de $\lambda = 3100$, la raya $\lambda = 3034,1 \text{ \AA}$, etcétera, etc., mientras que en el espectro de la arena apenas si aparecen como sombras dudosas alguna de dichas rayas. El término 2 por 1.000 da el espectro casi completo del Sn, siendo intensas las rayas principales; en los restantes términos de la serie las intensidades van decreciendo gradualmente con gran uniformidad, demostrando claramente la pobreza de la arena en estaño.

Como en el arco se producen reacciones, sobre todo en las zonas externas en contacto inmediato del aire, para cerciorarnos de que no influían de modo apreciable en los resultados obtenidos, se repitieron las series, añadiendo el estaño como cloruro, luego como sulfato, fosfato, nitrato y, finalmente, como estaño metálico. Los resultados logrados con estas series fueron prácticamente idénticos a los anteriores, observándose

aún el Sn en la mezcla con 0,05 por 1.000 de Sn, en la zona 3200 a 2800 Å, pero no las rayas que caen en la zona de las bandas de SiO que quedan ya absorbidas para la concentración 0,3 por 1.000.

Para mayor seguridad hemos repetido aún dos series diluyendo el Sn en carbonato estróncico en un caso y en cloruro sódico en el otro. Los espectros en estos casos aparecían sobre un fondo completamente transparente y destacaban con gran limpieza. Las intensidades así logradas eran ligeramente superiores a las obtenidas con arena por diluyente, pero concordaban bien con las otras escalas, pudiendo así afirmar que las arenas de Vizcaya examinadas contienen una proporción de estaño no superior a 0,1 por 1.000, suponiendo, bien entendido, que este elemento se halla homogéneamente repartido en ellas.

Examinamos también espectralmente un residuo de estaño purificado por vía química que retenía aún antimonio, plomo, hierro, sílice, etc.

Finalmente diremos que en las arenas de Vizcaya hemos encontrado por vía espectrográfica (previa separación química por cloro), los siguientes cuerpos del grupo del hidrógeno sulfurado: arsénico, antimonio, estaño, bismuto, plomo, cobre, mercurio, oro y plata.

Del grupo del sulfuro amónico hemos hallado: hierro, titanio, aluminio, cinc, manganeso, cromo, níquel, cobalto, galio, vanadio y molibdeno dudoso.

INFORMACIONES DE CARÁCTER GEOLÓGICO

Primera Región: Noroeste.

Bibliografía

ASTURIAS. — En la revista de la Sociedad Geológica Alemana *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft*, Band 79 del 1927, y, como consecuencia de las excursiones que por Asturias se hicieron por los congresistas del Congreso Internacional de Geología de Madrid, se ha publicado un trabajo del geólogo alemán M. Kegel, del Instituto Geológico de Prusia, en el cual se refiere particularmente a la zona de la cadena Cantábrica estudiada por Mengaud, de Pimiango a Ribadesella.

En esta nota de seis páginas, escrita al parecer con desconocimiento de la publicada en nuestras NOTAS Y COMUNICACIONES sobre la Hoja de Llanes, es notable la coincidencia de argumentos al combatir a los geólogos Sres. Beltrán y Mengaud, llegando a las mismas conclusiones de los geólogos de nuestro Instituto al negar la hoja de corrimiento de las sierras planas, integradas por los terrenos paleozoicos y testigos de la intensa y desigual erosión de la antigua meseta.

En resumen, viene a negar la existencia de los grandes pliegues cobijados en esta parte de la cordillera Cantábrica, adhiriéndose por completo a las interpretaciones de los geólogos españoles. — *Primitivo H. Sampelayo.*

GALICIA.—Los Sres. Parga (J.) y Lorenzo (D.), han publicado en los *Anales de la R. Sociedad Española de Física y Química*, tomo XXXIII, Madrid, 1930, una nota «Sobre la presencia de la magnetita y de la ilmenita en las arenas de las playas gallegas».

Por aportar un dato más a un tema de la gea gallega, dando la excepción al mismo tiempo de la regla general deducida, que es la escasez de magnetita, citaremos la playa de Alegrín, en la orilla occidental de la ría Vivero, contigua a la Punta de Socastro o Porco, en la cual terminan los criaderos de mineral de hierro, al introducirse en el mar.

La pequeña playa, rodeada por completo de pizarra, comunica en su parte de Poniente con una litoclasa que en el pie del acantilado, pegando a la arena, debe tener una profunda comunicación hasta el yacimiento óxido-terroso-férrico, pues por la litoclasa aparente existe un reguero constante de polvo de magnetita, removido por las mareas altas y que tiene más contenido de oxidulo cuanto más cerca se encuentra de la roca, hasta el punto de permitir junto a ella la recogida de arenas casi puras de magnetita, aplicadas a la clásica y casi desaparecida costumbre de secar los escritos; una verdadera mina de polvo de salvadera. — *Primitivo H. Sampelayo*.

ASTURIAS Y LEÓN.— Con este título «El gotlandiense en la cordillera del Norte de España», «Das Gotlandium in den kantabrischen Ketten Nordspamiens» ha publicado el geólogo Kegel, de Berlín, en el *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft*, o *Boletín del Instituto Geológico de Berlín* (cuaderno 81, 1929), una nota en la cual da a conocer su encuentro de fósiles gotlandienses en algunos estratos de Asturias y León, y los cuales ya estaban clasificados como silurianos en las publicaciones del Instituto Geológico.

Sin entrar en el análisis del folleto, por falta de tiempo,

debemos hacer algunas observaciones lamentando que las informaciones bibliográficas de algunos geólogos extranjeros no sean completas, pues si el Sr. Kegel hubiese revisado las notas «Hierros de Luarca» y «Criaderos de hierro de los Oscos», habría visto que las faunas gotlandienses están citadas en Asturias desde el año 1915.

En cuanto a la comprobación que parece dar del gotlandiense en el Oeste de Asturias por una muestra de pizarra con *graptolítidos* del Museo del Instituto Jovellanos, de Gijón, resulta de escaso fundamento, pues ese trozo proviene del Colegio de Agustinos, de Tapia, a los cuales se lo facilitó el Sr. Sampelayo, como ejemplar de enseñanza, hacia el año 1912. Esos fósiles deben proceder de Beche, Galicia, y resulta gracioso cómo en tan pocos años han llegado a determinar la edad de Tarannon en Tapia, donde hasta la fecha no sabemos se hayan encontrado *Monograptus*. — *Primitivo H. Sampelayo*.

Segunda Región: Norte.

Nota acerca de un manchón triásico en la provincia de Alava.

Al efectuarse la geología de detalle de la hoja de Eulate por la región segunda de este Centro, se ha manifestado una formación triásica, no descrita hasta el día, en el valle de Arraya o de Maeztu (1).

Componen esta formación margas irisadas, yesos, carniolas

(1) Debemos hacer constar la coincidencia de apreciación sobre esta mancha triásica, con el ingeniero de Minas D. A. Modesto del Valle de Lersundi en su Memoria, próxima a publicarse, titulada «Estudio de la zona asfáltica de la provincia de Alava».

y calizas del Muschelkalk, con fósiles que están actualmente en estudio. Existen también varios asomos de ofitas.

Se trata de una ventana tectónica por donde asoman el triás medio y superior, bordeada por el eoceno y el cretáceo.

Abarca esta mancha una extensión aproximada de unos 16 kilómetros cuadrados, limitada por los pueblos de Virgala Mayor, Apellániz, Atauri y Leorza, quedando incluido dentro de ella el pueblo de Maeztu. — *Joaquín Mendizábal. Manuel de Zíncúnegui.*

Nota acerca de una faunela de pterópodos en Navarra.

Al efectuarse el sondeo en las margas eocenas de Noaín por la Compañía de Sales potásicas de Navarra y desde la profundidad de 110 metros se han encontrado en los testigos multitud de restos orgánicos.

Entre ellos aparecen unos de pterópodos que se aproximan a los descritos por Max Blanckenhorn en el cretáceo superior de la Siria del Norte y en el oligoceno de Essen. En otras muchas recibidas posteriormente se encuentran restos de gasterópodos que se atribuyen al eoceno.

Es de sumo interés este hallazgo, que puede aclarar la estratigrafía del sustratum al Norte de la Sierra de Alaiz.

Estos fósiles se encuentran actualmente en estudio de la Sección de Paleontología de este Centro. — *Primitivo H. Sampelayo. Joaquín Mendizábal.*

Tercera Región: Noreste.

Estudios acerca del Triás español.

Para continuar sus estudios sobre el Triás español volvió a nuestra patria el conocido geólogo y notable especialista en este terreno Dr. Schmidt, de Tübingen, Director un tiempo

del Museo de Ciencias Naturales de Stuttgart y colaborador del Mapa Geológico de Alemania.

Me cupo la honra de acompañarle en sus expediciones por el triásico de Cataluña, y esta breve nota a aquellos viajes se refiere.

Pretende el profesor Schmidt demostrar la ausencia casi total, en la zona que recorrimos, del Keuper.

Como argumento empírico sostiene que en el Keuper no existe, o por lo menos él no ha visto en ningún Keuper bien definido, la arenisca roja, y que los yesos pueden estar en la parte alta del Triás inferior.

Uno de los sitios que el Dr. Schmidt quiere mostrarme es Begas, donde marcados como del Keuper, hay unos bancos de caliza que él considera del Muschelkalk, por haber encontrado algunos ejemplares de *Mentzelia Mentzeli*.

Estas calizas estaban colocadas en el Keuper por estar situadas encima de capas de margas abigarradas que en el Keuper se clasificaron.

Según el Dr. Schmidt, estas margas que contienen algunas capas de arenisca roja, pertenecen al Buntersandstein y explica la repetición de todas estas capas por una serie de fallas y hundimientos. Uno de éstos se ve con relativa claridad sobre el kilómetro 8 de la carretera de Begas.

Cantera de Pallejá. — En esta cantera están bien definidos el Buntersandstein y el Muschelkalk, formado este último por dolomías cavernosas, dolomías compactas pizarreñas y bancos de caliza con *Menzelia Mentzeli*.

Cantera de Can Torrella. — Potentes bancos de lo que llaman piedra brava, — bancos delgados pizarreños de caliza dolomítica plegados y cuyos espesores totales varían mucho

de un sitio a otro de la cantera, — banco calizo sin fósiles, — banco calizo con abundantes restos fósiles, — dolomia.

Entre los kilómetros 4 y 5 de la carretera de Tarrasa a Manresa hay una falla en que por hundimiento parecen sobreponerse las capas de margas y areniscas del Buntersandstein al Muschelkalk.

En frente de la finca de Can Torrella hay otra falla y aparecen unos conglomerados que pudieran ser eocenos.

Se ven varios sitios en que la zona margosa, que no debe ser Keuper según el Dr. Schmidt, se sobrepone al Muschelkalk sin que se noten fallas.

Cerro de Mongat. — El Cerro de Mongat, próxima a desaparecer definitivamente por la explotación de unas canteras, es de tal complicación en su formación y en sus elementos, que su clasificación ha sido uno de los puntos más debatidos por los muchos geólogos que han estudiado la complicada geología de Barcelona y sus alrededores.

Muchas fueron las discusiones sostenidas al hacerse los estudios de la hoja del nuevo mapa geológico 1/50.000 correspondiente a Barcelona, antes de señalar como triásico este cerro. Caracteres petrográficos análogos a los de zonas triásicas próximas, decidieron a favor del Trías las discusiones.

Al principio, al Dr. Schmidt le parece que aquello no debe ser triásico; después encuentra una arenilla roja que pudiera serlo.

En la parte del cerro que da a la carretera encontramos unos restos vegetales y, según nos dijeron, pocos días antes habían encontrado unas hojas bien conservadas que guardaban en la Universidad de Barcelona para su estudio. Su clasificación pudiera dar luz sobre la edad del terreno y quizá obligue a poner una pequeña costra del cerro como terciaria.

Al otro lado de la carretera y al borde de un camino que sube dentro de una finca, encontró el Dr. Schmidt metido en la pared un canto rodado con fósiles cretáceos. Para el doctor Schmidt este hallazgo es una prueba de que el terreno es terciario. No considero definitivo este hallazgo por la forma en que se ha encontrado y por su extraordinaria *soledad*.

Como conclusión, el Dr. Schmidt asegura que no ha visto nunca un triásico de este aspecto.

En las canteras de cal y yeso próximas al cerro de Mongat, da el Dr. Schmidt como prueba de que pertenecen al Muschelkalk y no al Keuper como figuran en nuestro mapa, la existencia de unas capas pizarreñas de dolomia que pertenecerían a la base del Muschelkalk; pero se ven perfectamente encima de ellas los yesos sin señal de trastorno alguno.

Después de comprobado esto el Dr. Schmidt dice que no cree que sea Keuper, pero que no se atreve a asegurarlo.

En un recorrido que hicimos desde el Besós hasta Mongat observamos muchas y muy curiosas fallas en el Cuaternario y comunicamos este descubrimiento a un geólogo alemán dedicado a la especialidad de las fallas modernas.

En el límite de Badalona se encuentran numerosas canteras triásicas en las que se han hecho explotaciones de alguna importancia.

En una de las últimas se ven con claridad las areniscas rojas concordantes al parecer sobre las calizas del Muschelkalk. Sin asegurar rutundamente nada, cree el Dr. Schmidt en la existencia de una falla que hace sobreponerse al Buntersandstein sobre el Muschelkalk y sigue negando la existencia del Keuper.

Canteras de Olesa. — En las canteras del mismo nivel de

la vía se encuentran las capas con *Ceratites*; unas bivalvas pequeñas y también algunos gasterópodos.

En otra cantera del nivel de la carretera, donde no se había encontrado nada, recogimos *Ceratites* y abundantes *Mentzelia* Metzeli; al parecer están estas últimas capas sobre los bancos de *Ceratites*. De ser esto así, habría que considerar como volcadas las capas de la primera cantera, por estar los *Ceratites* encima de los bancos de *Mentzelia*.

En toda esta zona explica el Dr. Schmidt la superposición de las capas de margas abigarradas tenidas como del Keuper y que pertenecen, según él, al Buntersandstein sobre el Muschelkalk por una serie de fallas y hundimientos.

Interesantes e instructivas en extremo resultan estas expediciones con maestros de la altura del Dr. Schmidt, y grato recuerdo conservaré de aquellos días, sólo enturbiado al considerar la persecución de que quiere hacer objeto el Dr. Schmidt a nuestro pobre e inocente Keuper. — *Agustín Larragán*.

Cuarta Región: Centro.

Gabarros del granito de Alpedrete.

Al contemplar las bellas construcciones madrileñas, en las que el granito de la próxima Sierra de Guadarrama constituye uno de los más ricos materiales ornamentales, llaman la atención las abundantes manchas negras que, rompiendo la monotonía del gris, le dan más belleza. Estas manchas, llamadas corrientemente *gabarros*, son concentraciones de elementos negros, y tienen una resistencia a la erosión distinta de la del resto del granito. Generalmente son más resistentes que el resto de la roca, pero también en ocasiones se alteran con facilidad y dan

lugar a oquedades de formas curiosas al lado de salientes corrientemente redondeados.

En nuestro estudio químico de las rocas del Guadarrama hemos analizado un granito de las proximidades de Alpedrete, muy abundante en *gabarros*, y a continuación damos el análisis de estas concentraciones y del magma granítico:

	Granito de Alpedrete	<i>Gabarro</i> de un granito de Alpedrete
Sílice.	73,18	68,38
Alúmina.	19,47	16,22
Oxido férrico.	4,51	4,87
Acido titánico.	0,71	0,80
Cal.	2,88	3,53
Magnesia.	0,73	1,78
Potasa.	1,83	1,09
Sosa.	1,95	3,80
Anhidrido fosfórico.	0,109	0,105

Por los análisis anteriores vemos que el magma del *gabarro* es menos ácido y más rico en elementos negros que el del granito.

El análisis microscópico confirmó las apreciaciones anteriores, y el resultado de dicho examen microscópico lo damos a continuación:

Granito. — Es un granito normal con cuarzo, ortosa, plagioclasa y biotita. Accesoriamente aparecen apatito y zircón, y como especies secundarias, magnetita y escapolita.

Gabarro. — Cristales de menor tamaño que en el granito. Ortosa muy kaolinizada y epigenizada generalmente. Gran abundancia de biotita en sus dos especies lepidometano (ferífero y titanífero) y meroxeno de color verde, menos frecuente que el anterior. La textura tiende a porfiroide. — *L. Méndez*.

Quinta Región: Oeste.

Canturrales silíceos de la Mancha.

En la parte central de Ciudad Real tiene lugar, según línea en extremo sinuosa, el contacto de la gran llanura miocena de la Mancha occidental con el vasto macizo siluriano que hacia Poniente se extiende.

Uno de los rasgos más característicos de la topografía regional es la extensión alcanzada por las fajas y manchas de canturrales o pedregales cuarcitosos que orlan casi todos los macizos montañosos, formando escalón intermedio entre las sierras paleozoicas y la llanura terciaria lacustre.

Ocupan estas formaciones detríticas considerable superficie en las comarcas vecinas a Piedrabuena, Ciudad Real, Picón, Argamasilla, Moral de Calatrava, etc. Están integradas esencialmente por materiales silúricos angulosos y que apenas han sufrido transporte — cantos de cuarcita y tierras ferruginosas — pero el gran espesor, que alcanza a veces hasta 30 metros, según muestran numerosos pozos alimentados por importantes mantos acuíferos, justifica que se le considere como horizonte geológico aparte y bien individualizado.

Su clasificación cronológica es todavía poco precisa y, aun conociendo bien su posición respecto a los últimos pliegues orogénicos de la región y a la red hidrográfica, queda dudosa entre plioceno y cuaternario.

Extensión de las formaciones ígneas en Campos de Calatrava.

Los antiguos mapas señalan en esta comarca numerosos afloramientos de rocas endógenas básicas, clasificadas como basaltos labradóricos, nefelínicos y melilíticos.

Al realizar recientemente los estudios para el nuevo mapa, a escala 1 a 50.000, hemos tenido ocasión de comprobar que la superficie y número de los afloramientos ígneos es mucho mayor de lo antiguamente señalado. Asimismo determinamos se trata de una provincia petrográfica esencialmente básica, pues al lado de algún raro afloramiento de «basaltita», los basaltos ocupan menos extensión de lo supuesto, presentándose algunas «augititas», rocas ultrabásicas, y dominan, sobre todo, las «limburgitas», roca hipocristalina afín a las peridotitas.

A más de los afloramientos visibles, ocupan estos materiales ígneos vastas zonas subterráneas, siendo su presencia reconocida frecuentemente por pozos, hechos para alumbrar aguas. Como ejemplos, entre muchos, citaremos la colada limburgítica que al Noroeste de Aldea del Rey penetra en la hoja geográfica de Almodóvar y los de Cerro del Moro, al Sur de Moral de Calatrava.

Todas estas rocas, esencialmente silíceas, ferromagnesianas y con cal, suministran excelente material para pavimentación y su enorme cubicación representa reservas prácticamente inagotables. — *Alfonso de Alvarado.*

Sexta Región: Levante.

Plataformas albaceteñas

El considerable avance efectuado en los cuatro últimos años en el estudio de detalle de la geología de la provincia de Albacete nos permite deducir algunas consideraciones de orden general.

En este período de tiempo se ha hecho el mapa geológico en escala 1 : 50.000 de las hojas de Alpera, Pétrola, Chinchilla de Monte Aragón, Albacete, Peñas de San Pedro, La Gineta, Valdeganga, Madrigueras, La Roda y Minaya, es decir, algo

más de la mitad de la superficie de la provincia, con lo cual resulta ésta la más favorecida de España bajo este concepto.

En cuanto a las plataformas distribuidas por todo el territorio situado al Sur del paralelo de la capital de la provincia desde Pozo Cañada hasta el término de Villarrobledo, podemos afirmar que son las más interesantes citadas hasta ahora en la Península, y de su distribución geográfica y cota sobre el mar se pueden deducir consecuencias muy importantes en cuanto a los movimientos postmiocenos de la meseta castellana, ya que las plataformas se hallan cada vez más elevadas según avanzamos hacia el Sur ascendiendo su cota de 700 metros a 1.300 metros.

La composición de las plataformas es muy sencilla, pues están compuestas exclusivamente por cantos redondeados de cuarcita, generalmente calibrados en cada depósito, si bien cambia en conjunto mucho su tamaño, que varía entre el de una avellana y una manzana.

Nada más extraño que encontrarse en lo alto de las sierras calcáreas jurásicas o infracretáceas, donde en muchos kilómetros cuadrados no afloran más que bancos de calizas o margas, con estas enormes masas, a veces verdaderas montañas de cantos silíceos, gráficamente denominados guijarrales por los naturales del país.

Para buscar el origen de los cantos y guijo que integran las plataformas, hay que trasladarse mucho más al Oeste, a veces más de 100 kilómetros, donde en las pudingas de la base de la arenisca roja triásica y en las cuarcitas ordovicienses de la sierra de Alcaraz están los bancos silíceos, de donde cursos de agua postmiocenos han arrancado los componentes de las plataformas.

En cuanto a su edad, sólo podemos indicar que son posteriores a los depósitos helvecienses marinos de la región de

Peñas de San Pedro, sobre los cuales reposan algunos de estos interesantes depósitos.

Como dato curioso podemos indicar que las plataformas, aunque no tengan humus ni casi tierra vegetal, constituyen un suelo muy fresco y muy apto para la arboricultura, y no sólo hay pinares de rapidísimo crecimiento, sino olivares frondosos enclavados en los guijarrales.

Únicamente se quejan los labradores de que los cantos silíceos destruyen las rejas de sus arados al cabo de pocas horas de trabajo. — *Enrique Dupuy de Lôme.*

Bibliografía.

Por la Sociedad Científica de Göttingen, y bajo la dirección del Profesor H. Stille, se ha publicado en 1930 un interesante libro, con el título general *Zur Tektonik der Keltiberischen Ketten* (Acerca de la tectónica de las cordilleras celtibéricas).

Comprende esta publicación tres folletos distintos, a saber:

C. Hahne: «Las montañas celtibéricas al Este de la línea Cuenca-Teruel-Alfambra».

G. Richter: «Las cordilleras ibéricas entre el Jalón y la Demanda».

E. Schröder: «La comarca limítrofe entre el Guadarrama y las cordilleras Hespérides».

El trabajo del Sr. C. Hahne abarca gran parte de las provincias de Tarragona, Teruel, Cuenca y Castellón de la Plana, habiendo determinado las principales líneas de plegamiento de la región, pues se ha ocupado más de la fijación tectónica de la región examinada que de un análisis paleontológico y estratigráfico de las comarcas estudiadas.

También ha determinado a grandes rasgos el límite de los depósitos vealdenses, formación típica de la región, acerca de la cual otros geólogos españoles habían aportado hace años datos de gran interés.

Muy interesantes son los asomos paleozoicos que cita en el triángulo Castellón-Benicasim-Alcora, cuyo estudio estratigráfico de detalle nos puede dar luz sobre problemas de gran importancia.

La zona examinada por el Sr. G. Richter, o sea las sierras ibéricas al Norte del Jalón, es ya mucho más conocida, pues existe una nutrida bibliografía de autores extranjeros y españoles que de ella se han ocupado.

De todos modos aporta gran número de datos nuevos, si bien algunas de las generalizaciones, como los mantos de recubrimiento de las Sierras de Tablado y Moncayo, forzosamente han de estar sujetos a revisión.

El plano geológico debido al Sr. E. Schröder, que abarca desde Medinaceli hasta la cuenca del Jarama, es notable por el esmero con que han deslindado los terrenos tan variados que en él se presentan.

El conjunto de las tres monografías citadas resulta muy instructivo, y será necesario su examen para todo aquel que quiera desentrañar los múltiples problemas geológicos aun sin resolver, en las sierras que cortan las llanuras terciarias al Este del meridiano de Madrid.

Como reparo cabe indicar que quizá aun no ha llegado la hora de las grandes síntesis; que antes hay que hacer un trabajo de campo analítico, de detalle, al cual, en casi toda la región de que tratamos, no se puede llegar por faltar un buen mapa topográfico, ya que el nacional en escala 1 : 50.000, no está aún terminado.

Es posible que algunas de las afirmaciones rotundas, sobre todo en lo que a tectónica se refiere, queden desechadas cuando se progrese en el trabajo analítico citado, en el cual, en estos últimos años, se ha efectuado un enorme avance. —
Enrique Dupuy de Lôme.

Séptima Región: Andalucía.

El terreno Plioceno inferior en los confines de Cádiz y Sevilla.

En los confines de las provincias de Cádiz y Sevilla existen unos pequeños manchones de arenas fosilíferas con una fauna de lamelibranquios poco definida, y cuya atribución al Mioceno o al Plioceno no se había podido hacer hasta ahora con documentos irrecusables.

De esos manchones, los cuatro más importantes por su extensión son el del cerro donde asienta la población de Lebrija, el inmediato de la Ermita de San Benito, el de la Meseta de El Cuervo y el de las Mesas de Asta, cercano este último a Jerez de la Frontera. Otros manchones más pequeños se encuentran en el pago de Majarazotan, del mismo término, y en el Cortijo de Jaime Pérez, cerca de la estación de Las Alcantarillas.

La distancia que separa unos manchones de otros indica que la formación de que se trata cubrió en tiempos extensiones considerables tanto en la provincia de Sevilla como en la de Cádiz. Sus capas están horizontales o con muy pequeña inclinación, y descansan generalmente sobre las albarizas oligocenas; y aunque el grueso de la formación corresponde al tramo de arenas fosilíferas, pertenecen al mismo conjunto unas capas de arenillas azuladas que forman la base y una serie de estratos lacustres en que alternan arcillas muy puras y calizas silíceas con tránsitos a pedernal que coronan el tramo. El espesor de los tres horizontes reunidos no pasa de 50 metros.

El que estas líneas escribe clasificó en «Regiones petrolíferas de Andalucía» las capas en cuestión como pliocenas, aun cuando con la duda de que pudiesen pertenecer al Mioceno superior tanto por la indecisión de la fauna como por la pre-

sencia de capas lacustres, pero un estudio hecho recientemente del yacimiento fosilífero de las Mesas de Asta permite clasificar sin género de dudas dicho terreno como Plioceno, si bien en un tramo inferior al del Astiense, que tan característico se desarrolla a lo largo de la costa gaditana.

Entre los fósiles ahora recogidos figura el *Pecten excisus*, Born, encontrado tan sólo a partir del Plioceno inferior, y otros ejemplares de especies no descritas aún y que nos proponemos dar a conocer en un próximo trabajo. — *Juan Gavala*.

Marruecos

El Flysch transgresivo sobre el Paleozoico del Rif ⁽¹⁾

En un trabajo, que hemos publicado en colaboración con el ilustre geólogo M. Blumenlthal (2), hemos hecho ver la importancia que para el estudio de la estructura del Norte de Marruecos tiene la forma transgresiva de presentarse el Flysch sobre el Paleozoico, sea al Oeste de Ceuta, en un estrecho sinclinal cortado por la costa en Playa Benítez, sea en Yebel Zen-Zen entre Ceuta y Tetuán. En efecto, esta disposición nos indica la erosión de los terrenos secundarios plegados que cubrían el edificio orogénico. También hemos manifestado, en el referido trabajo, que en la periferia de la Cadena del Rif y en los pliegues de la misma se señala bien que el principio de la transgresión del Numulítico es de edad luteciense. A pesar de que no se había encontrado fósil alguno en el Flysch de Playa Benítez, nosotros habíamos insistido en que,

(1) Trabajo publicado en francés al mismo tiempo en los «Comptes Rendus» de la Academia de Ciencias de París.

(2) «Observations géologiques sur le Nord-Ouest du Rif marocain.» *Bull. Soc. Géol. France*, 4.^a serie, 30, 1930, págs. 659-735.

a causa del carácter transgresivo de este terreno, era preciso admitir «que los primeros paroxismos orogénicos debieron ocurrir antes del Eoceno medio o superior».

Nuevos reconocimientos del terreno nos permiten aportar nuevos datos sobre este terciario. Longitudinalmente, no es tan limitado como se indicaba en nuestro esquema. Entre el Yebel Zen-Zen, constituido por la arenisca del Aljibe, y el sinclinal de Playa Benítez, hemos encontrado una serie de afloramientos de Flysch. La arenisca se extiende al Norte del citado Yebel hasta Los Castillejos, en forma de faja continua.

Siguiendo al Norte, el terciario está cogido en un pliegue del Paleozoico, y la arenisca forma el espigón que domina la comarca, desde la Aduana, hasta el collado que cruza la carretera de Ceuta. Se encuentra esta formación, aún más al Norte, en forma transgresiva sobre el Werfeniense.

No hemos unido este Flysch con el de Playa Benítez, pero es tan pequeña la distancia y se encuentran uno y otro tan exactamente en prolongación, que hay muchas probabilidades para que los dos afloramientos correspondan a una misma formación, así como a un mismo conjunto plegado.

En el Yebel Zen-Zen no hemos encontrado fósiles como ocurre siempre con la arenisca del Aljibe. En cambio, en Playa Benítez, el Flysch presenta un tipo marino detrítico que encierra en unas areniscas alternativamente toscas y finas, con elementos paleozoicos, ejemplares de foraminíferos aunque malos y raros, que M. Doucieux ha tenido la bondad de clasificar, y ha reconocido: *Nummulites incrassatus*, *N. Fabianii*; *Nummulites* radiados granulosos, casi idénticos al *N. granifer* o *N. gallensis* forma A; *Orthophragmina* sp., *Nephrolepidina* sp., *Lepidocyclina* sp., esta última determinada probablemente a causa de su sección tangencial. Esta asociación indica verosíblemente la existencia del Eoceno superior. La arenisca del Aljibe, que aparece en la prolon-

gación al Sur de este sinclinal, representaría o un equivalente lateral de este Flysch, o un depósito un poco posterior, perteneciendo al Eoceno superior u Oligoceno.

El sinclinal de Playa Benítez está bastante acusado. Ya hemos dicho que este pliegue se sigue hasta Yebel Zen-Zen; se presenta muy claro. Pero en este macizo, al Oeste del sinclinal, el conjunto del Flysch muestra un aspecto tranquilo. En su límite occidental se nota su transgresión sobre el paleozoico, por la existencia de un conglomerado de base. La erosión, que ha barrido toda la parte alta de la unidad estructural plegada, comprendiendo paleozoico, triás, jurásico y cretáceo, ha debido producirse aquí antes del Eoceno superior.

En la otra extremidad de la zona paleozoica de la Cadena del Rif, nosotros, en un trabajo reciente (1), hemos indicado que el Flysch existe al Norte y al Sur del Yebel Shannachen. Al Norte reposa directamente sobre el Paleozoico, y no hemos encontrado fósiles; pero al Sur de esta montaña, en capas idénticas, y puede ser en prolongación lateral con el que nos ocupa, hemos recogido: *Nummulites granifer* (A), *N. globulus-Guettardi*, *Orthophragmina* cf. *varians* o *discus*, *Operculina* sp., que parecen corresponder al Luteciense superior. Si el Numulítico de Punta Pescadores está situado al Sur de la formación caliza del Rif, es decir, en la zona periférica, donde estamos acostumbrados a ver al Luteciense, el del Norte del Yebel Shannachen se presenta también solidario con el Paleozoico y análogamente Luteciense.

Bajo reserva de lo que pueda deducirse de investigaciones en la parte media de la zona Paleozoica, hemos podido comprobar la existencia: al Norte, del Eoceno superior

(1) Comptes Rendus de l'Academie de Sciences, de Paris, 194, 1932, página 189.

transgresivo de Playa Benítez, y al SE., la muy probable del Luteciense superior transgresivo. Sin discutir la importancia que pueden tener las dislocaciones posteocenas y postoligocenas, los datos que acabamos de aportar confirman la noción de un primer paroxismo orogénico anteluteciense o al menos anterior al Eoceno superior, que en esta región viene a ser lo mismo. — *P. Fallot*. — *A. Marín*.

TRABAJOS DEL INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Investigaciones por métodos geofísicos.

VII. Estudio de la cuenca potásica catalana. — a) *Zona de Suria.* — La Sociedad anónima «Fodina», propietaria de un importante coto minero de sales potásicas en las proximidades de Suria, solicitó del Instituto Geológico la ejecución de un estudio de prospección sísmica que le indicase la profundidad y potencia de la formación salina existente en aquél.

El Director de nuestro Instituto, Excmo. Sr. D. Luis de la Peña, dispuso que su Sección de Geofísica, a las órdenes del Sr. Siñeriz, efectuase la investigación solicitada.

Se observaron 40 kilómetros de perfiles sísmicos con más de 80 estaciones, que permitieron determinar el límite de la formación salina explotable, así como su potencia y profundidad en los diferentes lugares de la concesión minera.

Este trabajo fué remitido por la Sociedad «Fodina» a informe de la Universidad de Berlín, y tuvimos el honor de que el Sr. Ministro de Fomento comunicase al señor Director del Instituto, que en aquél se declaraba que el trabajo efectuado por el Instituto Geológico de España era el mejor que se había hecho en el mundo y que se adoptaba de texto para la enseñanza del método sísmico de aquella Universidad.

b) *Zona de Callús.* — También acudió al Instituto Geológico, con el mismo objeto, la Sociedad anónima «La Minera», propietaria de las concesiones potásicas situadas cerca de Callús.

Se efectuó un estudio análogo al anterior, que permitió emitir conclusiones concretas en lo que se refiere a los límites, profundidad y potencia del yacimiento salino.

Posteriormente, la Sociedad «La Minera» ha efectuado un sondeo en una de las líneas sísmicas estudiadas, situadas al Norte de Sampedor, que ha confirmado los resultados obtenidos.

c) *Zona reservada para el Estado, al Sur de Sallent.* — El estudio geológico efectuado por el Sr. Marín en el límite meridional de la cuenca potásica catalana, perteneciente a la zona reservada para el Estado, puso de manifiesto la probabilidad de que en ella hubiese un yacimiento salino de gran riqueza.

Hacia falta conocer hasta dónde llegaba la formación salina explotable, a qué profundidad se encontraba y cuál era su potencia. Para resolver el problema se ha efectuado una investigación sísmica minuciosa, cuyos resultados han sido altamente satisfactorios para la economía minera nacional. La capa salina se encuentra en muchos lugares de la zona a menos de 300 metros de profundidad y tiene una potencia superior a 90 metros.

Con objeto de comprobar estos resultados, se procede actualmente a la perforación de varios sondeos.

En resumen, entre las tres zonas estudiadas en la región, se han observado más de 100 kilómetros de perfiles sísmicos, con un número de estaciones superior a 300.

VIII. *Estudio del anticlinal de Bellmunt (Lérida).* — Para estudiar la posible prolongación de la cuenca potásica catalana hacia las provincias de Aragón y Navarra, se eli-

gió el anticlinal de Bellmunt, tanto por su uniformidad, como por la fuerte erosión que ha sufrido, que hacía suponer que, de existir la sal, ésta no se encontraría a gran profundidad.

La investigación sísmica efectuada, que comprende unas 160 estaciones, ha demostrado la existencia de la sal, su profundidad y la potencia de la formación, sin que hasta ahora se haya efectuado ningún sondeo de comprobación.

IX. *Investigación en el anticlinal de Tafalla.* — Las investigaciones geológicas llevadas a cabo por el Sr. Del Valle, dieron por resultado el hallazgo del yacimiento potásico en la región de Navarra.

Este yacimiento fué cortado en el sondeo de Salinas de Pamplona, precisamente en sus bordes, por cuya razón no se podía extrapolar sus resultados para toda la cuenca.

Con el objeto de reconocerla por completo y elegir los emplazamientos de nuevos sondeos, se ha hecho un plan general de investigación geofísica que ha comenzado por el estudio del anticlinal de Tafalla, por ser una de las estructuras más favorables.

También se ha utilizado el método sísmico, único que era posible emplear, observando más de 100 estaciones.

Sus resultados, aun no comprobados por medio de sondeos, son también halagüeños en lo que se refiere a la potencia y profundidad del yacimiento.

X. *Estudio sísmico de la concesión «Elorz», de la Compañía de Sales potásicas de Navarra.* — Al igual que las Compañías mineras de la comarca catalana, la de Sales potásicas de Navarra acudió al Instituto Geológico para que éste efectuase el estudio de su concesión «Elorz» por el método sísmico de prospección.

Se efectuó con todo detenimiento este trabajo y sus conclusiones fueron completamente negativas, es decir,

que se afirmó que no había sal en ningún lugar de la concesión.

La Compañía propietaria ha efectuado ya varios sondeos que han confirmado los resultados previstos.

Sondeos efectuados por el Estado.

Investigación de aguas. Zona de Valencia.

De todos es sabida la existencia de varios niveles acuíferos artesianos en la ciudad de Valencia y sus alrededores más inmediatos.

Estos mantos de agua se utilizan en centenares de sondeos ejecutados en la capital y pueblecillos cercanos, empleándose el agua del nivel primero principalmente para usos domésticos, pero no para la bebida, pues además de su deficiente composición mineralógica, está cargada de bacterias que constituyen un peligro para la salud del que las emplea.

Además de los niveles más próximos a la superficie hay otro nivel, surgente en muchos puntos, hacia los 170 metros, que se emplea como agua potable en muchos pueblos de la vega valenciana y han resuelto un problema sanitario de primer orden mejorando notablemente la situación en cuanto a las fiebres infecciosas endémicas en la región.

La conveniencia, por una parte, de aumentar la dotación de aguas potables de la ciudad de Valencia y la necesidad apremiante de buscar nuevos caudales con que regar la fértil vega valenciana, han sido causa de que el Estado en 1929 decidiese el acometer la investigación de niveles profundos artesianos.

Estos niveles acuíferos, según los estudios geológicos efectuados estos últimos años, pueden encontrarse en dos horizontes distintos, a saber:

1.º En la formación deltaica del Turia, de grandísimo espesor, según lo demostraban los sondeos ejecutados en los alrededores de Valencia, que aunque no habían llegado a los 300 metros, tampoco habían podido atravesar la totalidad de los terrenos del delta.

2.º En la prolongación por debajo del terciario de los estratos secundarios, principalmente triásicos y cretáceos del cerco de montañas que rodean la Huerta.

Con objeto de resolver estos dos problemas se decidió hacer cuatro sondeos, dos dentro del casco de la ciudad, cuya profundidad había de ser de 700 metros, y otros dos fuera de la población para alcanzar los 1.000 metros.

Veamos sucesivamente las características y resultados de cada uno de los taladros.

Sondeo de la Alameda. — Perforado en el paseo de la Alameda junto a los pabellones de la Exposición, atravesó hasta los 166 metros un enorme espesor de gravas, arenas y límos.

Desde los 166 metros hasta los 189 se cruzaron arcillas con turba, demostración de la importancia que han tenido en este lugar los descensos de la costa en época reciente, pues forzosamente hay que admitir que las turberas se formaron próximamente al nivel del mar.

A partir del nivel de turba hasta los 632 se atravesaron con el trépano niveles de arcillas miocenas muy potentes con pequeñas y espaciadas intercalaciones arenosas.

Por último, desde los 632 metros hasta los 663 metros en que se terminó el sondeo, aparecieron areniscas y arenas también miocenas.

Además de los pequeños niveles acuíferos someros, los cuales no se aforaron dadas las características de este sondeo, se cortó un manto de agua a los 110 metros, pero con una mineralización excesiva para considerarse como potable.

A los 662 metros surgió un caudal muy considerable, 25 litros por segundo al ras del suelo, de agua termal con 43 grados de temperatura en la boca del sondeo.

Las aguas medicinales, pues de tal deben clasificarse y en efecto se han empleado por muchas personas con éxito, principalmente en las afecciones reumáticas y cutáneas, tienen la siguiente composición mineralógica:

Sulfato de magnesia... ..	0,120	gramos por litro.
Cloruro de magnesia.....	0,198	—
Sulfato de cal.....	0,401	—
Bicarbonato de cal.....	0,344	—
Cloruro potásico.....	0,046	—
Cloruro sódico.....	2,247	—

Sondeo de la Gran Vía. — Está situada cerca del cauce del Turia, junto al Colegio de San José.

El espesor de sedimentos deltaicos es aquí menor que en el sondeo de la Alameda, como corresponde a su mayor alejamiento de la costa.

Esta formación tiene 113 metros de potencia, de los cuales los primeros 102 de una alternancia repetida varias veces de arenas, gravas y arcillas rojas.

Los últimos metros desde los 102 a los 113 están integrados por arcillas pizarreñas, nivel que corresponde al horizonte de arcillas con turba del sondeo de la Alameda.

A partir de los 113 metros atravesó la sonda estratos terciarios, en su inmensa mayoría arcillas con algún raro nivel arenoso.

A pesar de alcanzar la profundidad de 700 metros, no se logró pasar de tan potente formación.

A los 113 metros se cortó un nivel acuífero ascendente de análogos caracteres que el cortado a los 110 metros en la Alameda.

En el nivel 246 metros surgió un caudal grande de agua

ascendente, pero no surgente, cuya importancia estriba en que es potable no sólo por su composición mineralógica aceptable, sino que por la profundidad a que se ha captado no contiene bacterias nocivas para la salud.

Su composición es la siguiente:

Cal.....	0,1371	gramos en litro.
Magnesia.....	0,0619	—
Anhidrido sulfúrico.....	0,1881	—
Cloro expresado en cloruro sódico.	0,2800	—
Grado hidrotimétrico permanente..	370	—

El caudal dependerá de la profundidad a que se coloque la bomba elevadora, pues es natural que mientras más profunda se halla ésta, mayor será el gasto del nivel acuífero, pero se puede asegurar que se obtendrán lo menos 20 litros por segundo, caudal de gran interés dado el actual abastecimiento de aguas potables de Valencia.

Sondeo de Burjasot. — Este taladro está situado fuera de la región del delta del Turia, en las lomas terciarias que se desarrollan entre los pueblos de Paterna y Moncada.

El sondeo ha alcanzado la profundidad de 924 metros, no atravesando más que estratos terciarios y cretáceos.

Se han cortado un gran número de niveles de rocas impermeables, arcillas, margas y calizas arcillosas que no es necesario reseñar con detalle.

Los niveles arenosos en general también contienen considerable proporción de arcilla y no han acusado la presencia de horizontes acuíferos.

Únicamente a los 66 metros se ha atravesado un manto de arenas con agua ascendente, pero que no ha llegado a la superficie.

El caudal no es suficiente para dotar de riegos una zona importante, y por este motivo el Estado ha cedido el aprove-

chamiento del agua al Hospital de Niños, titulado Gómez Ferrer, que se proyecta construir.

Sondeo de Cuarte. — Situado en los llanos de Cuarte, al Sur del pueblo de Manises.

Por no haberse aún terminado este sondeo no podemos detallar sus resultados; únicamente podemos manifestar, que emboquillado en el cuaternario y después de atravesar un considerable espesor de terciario ha penetrado en el cretáceo, prolongación del anticlinal de la sierra de Ribarroja, sin haber cortado hasta ahora nivel acuífero de importancia.

De lo anteriormente expuesto se deducen algunas enseñanzas de gran interés.

Por de pronto, ha quedado demostrada la existencia de aguas artesianas profundas en el delta del Turia, si bien la capa de agua potable en el punto donde la hemos cortado no tenga suficiente fuerza para ser surgente.

La presencia de un caudal enorme de aguas termales en el subsuelo de Valencia tiene, indudablemente, importancia medicinal y puede tenerla en su día económica.

El fracaso del sondeo de Burjasot nos hace temer que en el terciario profundo no existan niveles acuíferos explotables, lo cual no tiene nada de extraño, dada la poca importancia de los niveles permeables conductores de los mantos acuíferos y la cortísima extensión de los afloramientos permeables de las cabezas de estas capas donde puedan infiltrarse los meteoros acuosos.

Es todavía demasiado pronto para discutir los resultados del sondeo de Cuarte, aun sin terminar.

Investigación de sales potásicas. Zona de Navarra.

Los estudios geológicos practicados por la segunda Sección (Región Norte) para la hoja de Tafalla, demostraron la existencia en Navarra del tramo Sanuasense del sistema Oligoceno, formación matriz de los yacimientos potásicos tanto en Alsacia como en Cataluña.

Consideraciones teóricas fundadas en la tectónica resultante del movimiento Pirenaico, condujeron a comprobar que, al comenzar el Oligoceno, se formó en esta zona occidental de los Pirineos una cuenca cerrada productora del clima desértico necesario para la génesis de dichos yacimientos, cuenca análoga a la constituida en la misma época en la zona oriental catalana.

Con estos antecedentes, la riqueza en potasa obtenida al practicar el análisis químico de las aguas procedentes de las salinas de Olaz (hoja de Pamplona), hizo ya indubitable la existencia de una cuenca potásica subpirenaica occidental y la probabilidad de su unidad genética con la oriental catalana.

Ordenada la investigación de esta cuenca y después de los estudios necesarios para ello, se propuso primero un sondeo de exploración en las proximidades de Salinas de Pamplona y se ubicó en las vertientes septentrionales de la Sierra del Perdón, a unos 150 metros del borde de la mancha oligocena, persiguiendo la finalidad de investigar, sin llegar a una gran profundidad, la existencia del manto potásico entre las formaciones eocena y oligocena.

Este primer sondeo, ejecutado en 1930, descubrió el criadero potásico a los 78 metros de profundidad.

Con objeto de reconocer el yacimiento, durante el año 1931 se han efectuado otros dos sondeos.

A continuación se da cuenta del resultado obtenido con cada uno de ellos:

1.º *Sondeo de Salinas de Pamplona.* — Comenzó la perforación el 3 de mayo de 1930 y se dió por terminado y taponado el 23 de junio, después de haber llegado a la profundidad de 103 metros.

Se situó, como se ha dicho, en las proximidades del pueblo de Salinas, a unos 150 metros del borde de la cuenca Oligocena.

Atravesó el sondeo 63,50 metros de margas arcillosas grises con vetas rojas, a continuación 11,50 metros de la misma formación con vetarrones de sal común, a la profundidad de 64 metros se cortó, con la aparición de gases inflamables, un nivel hidrológico que elevó el agua en el tubo del sondeo hasta los 18 metros por debajo de la superficie (nivel hidrostático de los pozos de la próxima Salina).

Hechas las maniobras necesarias para aislar el sondeo del citado nivel hidrológico, ensanchando el taladro en su base y cementando cinco metros, después de perforados éstos, se atravesaron tres metros de margas arcillosas azuladas con sal común y algo de potasa, produciéndose a los 78 metros de profundidad nueva emanación de gases inflamables, mayor que la anterior, cortándose a continuación nueve metros de zona potásica con Carnalita y algo de Silvinita con vetas de arcilla azul (que analizada dió 13,92 por 100 de potasa) y después tres metros de sal común, entrando a los 90 metros en las margas eocenas.

2.º *Sondeo de Subiza.* — Comenzó la perforación el 11 de febrero de 1931 y terminó el 19 de marzo, a la profundidad de 263,30 metros.

Se colocó este sondeo a cinco kilómetros y medio al Sur

del anterior, situándolo más al interior de la cuenca, como a unos 700 metros del borde de la misma.

Se atravesaron 100 metros de areniscas y margas alternantes, a continuación unos 20 metros de margas arcillosas plásticas, entrando después en capas alternantes de margas, anhidrita y sal común, y cortando el criadero potásico desde la profundidad de 196,15 metros hasta la de 233,55, o sea con un espesor de 27,40 metros, de los cuales los 13,75 inferiores son de sal vieja. Sumadas todas las capas potásicas comprendidas en este corte, se obtienen 17 metros, de los cuales 10,50 metros pertenecen a Carnalitas y 6,50 a Silvinitas.

El tramo explotable para la Silvinita es el situado entre los 213,70 metros y 220,35, que ha dado una riqueza media en $K^2 O$ de 28,41 por 100.

En este sondeo no se ha cortado ningún nivel hidrológico.

3.º *Sondeo de Guendulain.* — Comenzó la perforación el 4 de mayo de 1931 y terminó el 19 de mayo, a la profundidad de 138,20 metros.

Se situó el sondeo a seis kilómetros a Poniente del de Salinas, al lado de la carretera que conduce de Pamplona a Puente la Reina y a unos 400 metros del borde de la cuenca.

Se atravesaron 56 metros de areniscas y margas alternantes, entrando a continuación en margas plásticas con capas de sal común, y cortando el criadero potásico desde los 96 metros hasta los 118,65, o sea con un espesor de 22,65 metros, de los cuales, los 7,27 inferiores son de sal vieja. Sumadas todas las capas potásicas comprendidas en el corte, se obtienen 10,22 metros, de los cuales 8,16 pertenecen a Carnalitas y los 2,06 inferiores a Silvinitas. Analizada la muestra media de estas últimas, dió 16,25 por 100 de $H^2 O$.

Este sondeo tampoco cortó ningún nivel hidrológico.

Nuevas publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España.

Mapa Geológico de España, en escala 1 a 50.000. — Con posterioridad a la publicación del número 2 de *Notas y Comunicaciones*, se han continuado, por el Instituto, los trabajos necesarios para la formación del Mapa Geológico de España, en escala de 1 a 50.000, utilizando las hojas editadas por el Instituto Geográfico y Catastral.

Las regiones han dado gran impulso a su labor, tanto de campo como de gabinete, y merced a su continuo esfuerzo han aparecido y se han repartido, en 31 de diciembre de 1931, las hojas siguientes:

- 1.^a región, *Noroeste* (194).— Santa María del Páramo.
(195).— Mansilla de las Mulas.
(196).— Sahagún.
- 2.^a región, *Norte* (237).— Castrogeriz.
(173).— Tafalla.
- 3.^a región, *Nordeste* (421).— Barcelona.
(552).— Tortosa.
(420).— San Baudilio de Llobregat.
(547).— Alcanar.
- 4.^a región, *Centro* (560).— Alcalá de Henares.
(460).— Hiendelaencina.
(559).— Madrid.
(535).— Algete.
(433).— Atienza.
- 5.^a región, *Este* (810).— Almodóvar del Campo.
(836).— Mestanza.
(885).— Santisteban del Puerto.
(886).— Beas del Segura.

6.^a región, *Levante* (792).— Alpera.

(567).— Teruel.

(791).— Chinchilla.

(817).— Pétrola.

7.^a región, *Andalucía* (984).— Sevilla.

(985).— Carmona.

(481).— Villanueva de Córdoba.

(882).— Venta de Cardena.

En total, resultan editadas, hasta ahora, veintiséis hojas, siendo bastante importante el número de las que, en breve, podrán darse a conocer al público.

Memorias. — Dos obras importantes han enriquecido la colección de publicaciones de este Centro, en su serie de *Memorias*.

Una de ellas es la titulada *Monografía de las Melanopsis vivientes y fósiles de España* y es original del sabio Ingeniero de Minas D. Florentino Azpeitia Moros, cuya destacada personalidad científica hace innecesario resaltar el mérito extraordinario de esta obra.

De ella se deduce que quedaba mucho que estudiar respecto al género *Melanopsis*, y que esta Monografía viene a llenar un vacío en el conocimiento de la fauna hispana, no sólo viviente, sino también desde el punto de vista paleontológico, puesto que las faunas fósiles de los terrenos modernos son poco distintas de las actuales y muchos de los organismos que se encuentran petrificados en diversos estratos, pueblan actualmente la tierra.

El Instituto Geológico y Minero de España se considera muy honrado al haber publicado este interesantísimo trabajo.

El otro tomo de *Memorias* corresponde a la serie de estudios relativos a los criaderos de hierro de España, de la cual han aparecido ya diversos volúmenes, siendo el últi-

mamente publicado original del competentísimo Ingeniero de Minas, vocal de este Centro, D. Primitivo Hernández Sampelayo.

Esta interesante obra constituye el tomo segundo de los *Hierros de Galicia*, a cuyo estudio ha dedicado el autor atención extraordinaria, como pudo apreciarse al publicar el tomo primero del mismo trabajo, en el cual la reseña sintética de los criaderos tenía un carácter marcadamente científico, de acuerdo con una rápida exposición didáctica: en este segundo tomo se hace resaltar particularmente el valor y características mineras de los yacimientos, con la extraordinaria competencia que se acredita en todos los estudios del ilustre Ingeniero Sr. Sampelayo.

Para el orden expositivo, se da preferencia a los yacimientos de la costa, que representan la parte histórica, aunque no el valor minero, y se sigue hacia el interior, agrupando los cotos naturales en forma racional y metódica. El Sr. Sampelayo se propone completar esta magnífica obra con un tomo tercero que se editará formando parte también de la colección de Memorias del Instituto.

Boletín. — Se han publicado también los tomos LI y LII del *Boletín del Instituto*. El primero contiene los siguientes estudios: «Geología del Estrecho de Gibraltar», por D. Juan Gavala; «La Geología de la orilla africana del Estrecho de Gibraltar», por D. Enrique Dupuy de Lôme; «Plan de investigación de la cuenca potásica del NE. de España», por don Agustín Marín; «Investigación de sales potásicas en Navarra», por D. Alfonso del Valle; «Notas referentes a yacimientos españoles de plomo, cinc y metales afines», por D. Alfonso de Alvarado; «Yacimiento de fosfato de la Sierra de Espuña», por José de Gorostizaga; «Los yacimientos prehistóricos de los alrededores de Madrid», por D. José Pérez de Barradas; «Los combustibles líquidos nacionales», por D. Luis Monte-

sino; «Estudio geológico previo de la falla del Guadalquivir», por D. José G.^a Siñeriz, y «El XV Congreso Geológico Internacional verificado en Pretoria, del 29 de julio al 7 de agosto de 1929», por D. José G.^a Siñeriz y D. Joaquín Mendizábal.

En el tomo LII (12 de la tercera serie) se insertan los siguientes originales: «Necrología de D. César Rubio Muñoz», por D. Luis de la Peña; «Informe relativo a los aprovechamientos de aguas en las islas Canarias», por D. Juan Gavala y D. Enrique Goded; «Las rocas eruptivas y metamórficas de la mancha granítica de la Hoja 421, al Este del Besós», por don Maximino San Miguel de la Cámara; «Laboratorio del Instituto Geológico y Minero de España. Aplicación de su material de Mineralogía y Espectrografía al estudio de criaderos con estannina de la provincia de Cáceres», por D. Enrique Rubio y D. Santiago Piña; «Vegetales fósiles del Carbonífero español», por D. Manuel Ruiz Falcó y D. Ricardo Madariaga Rojo; «La Spiriferma de las Colecciones paleontológicas del Instituto Geológico y Minero de España», por D. J. R. Bataller; «Pizarras bituminosas. Datos obtenidos en el sondeo número 1 de Puertollano», por D. Alfonso de Alvarado y D. L. Menéndez Puget; «El terremoto de Montilla», por D. Antonio Carbonell y Trillo-Figueroa; «Nota sobre el triásico de Alicante», por D. Manuel de Cincúnegui, y «Noticia sobre el hallazgo de *Aspidiscus cristatus* Lamark en el Cenomanense de España», por D. Federico Gómez Lluca.

El sumario de los estudios contenidos en los dos tomos indica el cuidado que el Instituto dedica a mantener el prestigio de esta publicación.

Boletín de Sondeos. — Por el Ministerio de Fomento se dictó, con fecha 18 de mayo del año último, una orden disponiendo la disolución del Comité Nacional de Sondeos y que sus servicios pasen íntegramente al Instituto Geológico y Mi-

nero de España, y en cumplimiento de esta disposición, el Instituto se ha hecho cargo de todas las funciones encomendadas al Comité.

Entre ellas subsiste la de continuar las publicaciones relativas a la que era misión principal del Comité disuelto, y como consecuencia de ello, el Instituto ha publicado una Memoria relativa al segundo Congreso Internacional de Sondeos, redactada por aquel organismo, que ha sido la continuación del segundo fascículo del tomo II, del que es continuación y conclusión. En el año actual, el Instituto continuará las publicaciones especiales relativas a Sondeos.

BIBLIOTECA DEL INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

LIBROS RECIBIDOS

- NIGLE. — *Lehbuch der mineralogie.*
 ZITTEL. — *Text-book de geologie.*
 DAWIN. — *The new conception of Mather.*
 BUBNOF. — *Geologie von Europe.*
 ROULE. — *Les poisson et le monde vivant des eaux.*
 COSMAN. — *Faune éocénique du Cotentin.*
 COSMAN. — *Iconographie complète coquilles éocènes du Paris.*
 KLINGHARDT. — *Rudisten.*
 GERLACH. — *Foundations chemical analysis.*
 ESCUDE. — *Los Municipios de España.*
 MAGENIS. — *Las fuentes de la riqueza.*
 HAUG. — *Traité de géologie.*
 GIGNOUX. — *Géologie.*
 LABY. — *Principles geophysical prospection.*
 THOMSON. — *The Wawe Mechanis.*
 ANGENHUSLER. — *Geophysick.*
 ZERMALLEN. — *Geologische Sierra Morena.*
 RICHTER. — *Eine Crustace Sierra Morena.*
 STELLA. — *Le miniere de Ferro.*
 BERTHOLOT. — *Les combustibles dans l'industrie moderne.*
 BUCKMAN. — *Type Ammonites.*
 FONTANNES. — *Etude stratigraphique et paléontologique.*
 BLANCHE. — *Geographye Universelle.*

SCHUMACHER. — *Bodenchllze Spanien.*
 MÜLLER. — *Die fauna bei Almadén.*
 MACPHERSON. — *Modern Cosmologie.*
 JOLY. — *The Surface history Earth.*
 SILBERSTEIN. — *The Size of the Universe.*
 SMILHEL. — *Impurites in metals.*
 DANCKWORTT. — *Lumineszeng-Analyse.*
 KIRSCH. — *Geologie und Radioa-klurtal.*
 RUTHERFORL. — *Radioactive.*
 GREENLY. — *Methods in geological.*
 REDLICH. — *Ingéniur géologie.*
 STRASBURGER. — *Tratado de botánica.*
 TORRONTÉGUI. — *Tratado de química industrial.*
 GUILLET. — *Les minerais.*
 CORD. — *Géologie agricole.*
 LAUNAY. — *Sources thermo minerales.*
 CREATION by *Evolutin.*
 MICHAELS. — *Sales potásicas.*
 BAUER Y WIELAND. — *Reducción e hidrogenación compuestos orgánicos.*
 REICHE. — *Teoría de los Quanta.*
 FOERSTER. — *Manual del Ingeniero y Arquitecto.*
 RAYSER. — *Handbuch Spectroscopie.*
 VERNADKY. — *Geotermie.*
 GERLACH. — *Die Chemische komission.*
 BERG. — *Vorkornen und Geochemie.*
 JEDU. — *The Mysterious Universe.*
 BLOCH. — *L'Ancienne et la teorie Quanta.*
 BROGLIE. — *Introduction mécanique ondulatoire.*
 JOSTRART. — *Physique théorique.*

