

BOLETIN
DEL
INSTITUTO GEOLÓGICO DE ESPAÑA

II / 2-2-1
BOLETIN

DEL

INSTITUTO GEOLOGICO

DE

ESPAÑA

TOMO XXXVI



TOMO XVI
SEGUNDA SERIE
(1915)

MADRID
IMPRESA DE ANTONIO MARZO
San Hermenegildo, 32 duplicado
Teléfono 1.977.
1915

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

Artículo 1.º La Comisión del Mapa Geológico, nombrada por el decreto de 26 de Marzo de 1873, que en lo sucesivo se denominará **Instituto Geológico de España**, seguirá encargada de la formación del Mapa Geológico de España, así como el trazado de las cartas geológico-industriales de las diversas provincias o regiones, por el orden y con los detalles que su respectiva importancia requieran, hasta reunir el caudal de estudios sobre estatigrafía, petrografía, tectónica, aguas minerales, manantiales artesianos, rocas y minerales aplicables a la agricultura y a la industria y cuanto se especifica en el citado decreto, indispensable al conocimiento físico geológico y minero del territorio nacional.

Artículo 12. Para el desempeño de todas las funciones y servicios reseñados en los artículos anteriores habrá una Comisión permanente de Ingenieros del Cuerpo Nacional de Minas.

Estos Ingenieros y los Auxiliares facultativos que sirven a sus órdenes formarán la plantilla técnica del Instituto.

Fuera de la plantilla estarán los Ingenieros agregados y demás personal facultativo que preste servicios temporales al Instituto.

Artículo 25. La Dirección del Instituto, teniendo en cuenta los recursos disponibles y los trabajos ultimados por los Ingenieros a sus órdenes, podrá publicar las Memorias, Mapas, descripciones y noticias geológicas que juzgue oportuno, en análoga forma a la de los Boletines y Memorias de las Instituciones similares extrahjeras, y podrá establecer la venta y suscripción de estas producciones, a fin de que los recursos que así se obtengan contribuyan a sufragar los gastos de publicación, si bien con la obligación de remitir gratuitamente un ejemplar de cada obra a las Jefaturas de los Distritos mineros, a las Direcciones generales de los ministerios de Fomento y Hacienda, a las Academias de Ciencias y a los Centros oficiales del Cuerpo de Minas.

(Decreto de 28 de Junio de 1910.)

PERSONAL

DE LA

COMISION PERMANENTE DEL INSTITUTO GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Ilmo. Sr. D. Luis de Adaro (*Director*).
Ilmo. Sr. D. Rafael Sánchez Lozano. (*Sub-Director*)
Sr. D. César Rubio y Muñoz.
Sr. D. Ramón de Aguirre y Zorrilla.
Sr. D. José Rubio y Muñoz.
Sr. D. Máximo de Arozarena (*Secretario*).
Excmo. Sr. D. Enrique Villate.
Sr. D. Vicente Kindelán.
Sr. D. Luis Santa María.
Sr. D. Alfonso Fernández y Menéndez Valdés.
Sr. D. Manuel Ruiz Falcó.
Sr. D. Agustín Marín y Bertrán de Lis.
Sr. D. Primitivo Hernández Sampelayo.
Sr. D. José de Gorostizaga.

Profesores de la Escuela de Minas agregados al Instituto.

Sr. D. Enrique Bayo.
Sr. D. Florentino Azpeitia.
Sr. D. Pablo Fábrega.
Sr. D. Enrique de Pineda.

Ingenieros agregados.

Sr. D. Enrique Dupuy de Lome.
Sr. D. Pedro Novo Chicarro.
Sr. D. Juan Gavala Laborde.
Sr. D. Pablo Fernández Iruegas.

Ingeniero Bibliógrafo Cartógrafo.

Sr. D. Carlos Fernández Maquieira y Borbón.

LA FORMACION VEALDENSE

EN EL

PIRINEO NAVARRO

Las investigaciones geológicas que de algún tiempo a esta parte vienen haciéndose en España han demostrado la existencia de ciertos terrenos sedimentarios que, habiendo sido formados indudablemente en aguas dulces o salobres, según lo atestiguan los fósiles encontrados en ellos, muestran sin embargo relaciones estratigráficas tales, que inducen a considerarlos como el equivalente en nuestro país de la formación vealdense, o bien de ésta y de la de Purbeck, si es que, contra el criterio hoy adoptado por la mayoría de los geólogos, se quiere establecer separación entre una y otra.

Ya en el año 1876 los Sres. González Linares y Calderón llamaron la atención acerca del carácter paleontológico de un grupo determinado de estratos de la provincia de Santander (1), hasta entonces tenidos por triásicos, a causa de la semejanza de su composición petrográfica con la que habitualmente ofrecen en algunos tramos las formaciones de esa edad, y emitieron la opinión de que dichos estratos, cuya sedimentación debía de haberse efectuado en una cuenca lacustre, correspondían al horizonte superior de la serie jurásica, o al más bajo de la infracretácea; opinión a la cual asintieron también los ingenieros Sres. Puig y Sánchez Lozano en sus estudios hechos

(1) *Anales de la Sociedad Española de Historia Natural*, tomo V. Actas.

posteriormente acerca de la geología de la referida provincia (1).

Es de advertir que antes de que se publicara el trabajo de estos ingenieros, el mismo Sr. Sánchez Lozano y el que suscribe habían dado a conocer en una nota inserta en el *Boletín de la Comisión del Mapa geológico* los datos recogidos en sus primeras investigaciones en las provincias de Logroño y Soria, de cuyo estudio estaban respectivamente encargados, los cuales datos, además de asignar edad infracretácea al macizo montañoso de la sierra de Cameros en la zona limítrofe de ambas provincias, acusan una patente analogía entre el carácter de su fauna fósil y el de las formaciones vealdenses de Inglaterra y Alemania, esencialmente lacustres como aquélla. En las Memorias geológicas de las antedichas provincias, publicadas algún tiempo después, consta la descripción detallada de la parte de terreno vealdense que cada una comprende; el cual, si es notable por la extensión superficial que en conjunto alcanza, lo es más todavía por el gran espesor que suma la serie de sedimentos que lo constituyen (2).

Algunos años más tarde, al practicar los trabajos para la rectificación del Mapa geológico de la provincia de Zaragoza, tuve ocasión de reconocer en el término de Ricla otro yacimiento en que se observan indicaciones de restos orgánicos que denuncian su origen lacustre, y, a la vez, caracteres petrográficos que convienen con los de otros yacimientos reconocidos ya como vealdenses en la provincia de Soria (3).

Todas estas noticias relativas a la formación vealdense en España han sido publicadas sucesivamente a medida que iban siendo conocidas; pero a las que constan en la relación precedente hay que agregar otras que se derivan de observaciones, todavía en gran parte inéditas, reunidas por mí en Navarra, y que acusan la existencia de la misma formación en la zona montañosa de esta provincia. Exponer sucintamente los caracteres con que dicha formación se muestra en el Pirineo nava-

(1) *Boletín de la Comisión del Mapa geológico de España*, tomo XV, año 1888.

(2) *Memorias de la Comisión del Mapa geológico de España*.— Descripción física y geológica de la provincia de Soria, por D. Pedro Palacios, 1890.— Idem id. de la de Logroño, por D. Rafael Sánchez Lozano, 1894.

(3) *Boletín de la Comisión del Mapa geológico de España*, tomo XIX, año 1892.

ro, y reseñar las circunstancias geológicas y topográficas de este yacimiento, tal es el objeto de la presente nota.

Las primeras indicaciones que me hicieron sospechar la existencia en esta región de sedimentos de origen lacustre correspondientes a la época secundaria datan de 1900, y fueron observadas en el itinerario de Echarri-Aranaz a Betelu, atravesando en dirección de SO. a NE. las encumbradas cimas de la sierra de Aralar, junto al lindero de Guipúzcoa. Al subir a esta sierra por su lado meridional, siguiendo la dirección indicada, se pisan primeramente las margas senonenses, que arrumbadas con buzamiento general al SO., forman casi todo el suelo del valle de Araquil. Se atraviesan después, en una zona estrecha, adosada al pie de la cordillera, las capas turonenses infrapuestas á las anteriores y concordantes con ellas. Muéstranse a continuación con gran desarrollo las calizas cenomanenses, cuyos bancos, inclinados también hacia el tercer cuadrante, y muy corroídos por las influencias atmosféricas, erizan de riscos y peñascales aquellas laderas. Y, por último, ya en la parte alta, aparecen las margas y calizas sabulosas del piso albense, y seguidamente las rocas urgo-aptenses, destacándose allí las calizas de esta última edad en ingentes crestones.

Más adelante, a poco de salvar la cumbre y entrar en la vertiente opuesta, se encuentra al paso una pequeña cuenca cerca de un quilómetro cuadrado, cuyo suelo, cubierto en casi toda su extensión de tupidos pastizales y surcado por algunas arroyadas que afluyen a una charca permanente llamada Unuco-putzu, acusa desde luego una composición petrográfica muy distinta de la del que hasta aquí se venía pisando. Efectivamente, bajo las calizas y margas sabulosas del tramo urgo-aptense, se ve asomar una serie de estratos esencialmente detríticos, constituida por areniscas micáferas de color rojizo, alternantes con lechos de margas pizarreñas negruzcas, en las que suelen encontrarse indicios evidentes de pequeños moluscos bivalvos. Esta serie detrítica representa un espesor de más de 100 metros, y se apoya por el N. sobre un tramo de calizas de color agrisado, en las que se encuentran, a más de otros fósiles, *Cæloceras Holandrei* D'Orb.

sp., *Harpoceras striatulum*. Sow. sp. y *Belemnites canaliculatus*. Sow., y que coronan a modo de cornisa la abrupta escarpadura de Las Malloas, en la caída al valle de Araiz. El aspecto de los materiales pétreos constitutivos de dicha serie, muy semejante al de sus similares de la formación vealdense en las provincias de Soria y de Logroño, y además su situación estratigráfica entre sedimentos infracretáceos por una parte y liásicos por otra, me hicieron sospechar desde luego que á aquella misma formación pudieran tal vez referirse. Esta sospecha quedó confirmada poco después con ocasión de un nuevo itinerario a través de la misma cordillera recorrido en sentido inverso y al E. del anterior. Así, al menos, se deduce de los datos que expongo a continuación, entresacados de los que constan en la libreta respectiva.

Siguiendo el camino que desde Lecumberri conduce a la cumbre de San Miguel de Excelsis, se encuentra a poca distancia, al S. de aquel pueblo, un suelo pedregoso en que alternan repetidamente, con estratificación bien reglada, capas por lo regular delgadas de calizas, areniscas calíferas y margas sabulosas, correspondientes al tramo danés, y que poco más hacia Levante, dentro ya de la cuenca del río Basaburua, se ocultan bajo otras en que abundan, juntamente con algunos restos fósiles, indudablemente cocenos, las pistas de *Scolitia prisca*. Quatrefages. La mencionada serie alternante de margas, areniscas y calizas persiste hasta el molino de Alli, mostrándose constantemente sus capas muy trastornadas y con arrumbamiento é inclinación muy variables, por más que predomine en ellas el buzamiento al tercer cuadrante. Seguidamente, y en contacto anormal con la anterior, aparece otra serie exclusivamente caliza y más ó menos arcillosa, cuyos estratos se orientan asimismo con buzamiento general al S. SO. y sobre la cual se hallan situados los pueblos de Allí é Iribas. Esta nueva serie, en cuyos materiales esencialmente calizos predomina la coloración gris azulada, corresponde á la formación del Lias, como lo atestiguan los restos encontrados en ella de *Aegoceras Charmassei*, D'Orb.; *Arielites Conybeari*, Sow. sp.; *Rhynchonella tetraedra*, D'Orb.; *Terebrátula punctata*, Sow., etc., que caracterizan los tramos inferior y medio de dicha formación. Pasado Iribas, se ven todavía destacarse sobre

la explanada que se extiende a Poniente de este pueblo, numerosos crestones de caliza, cuyos bancos, continuación sin duda de los ya reconocidos anteriormente en las Malloas de Barai-bar, y representantes por lo tanto como éstas del horizonte superior de la misma formación liásica, se arrumban igualmente con buzamiento meridional. Más adelante, y poco antes de dar vista al sitio donde surge el copioso manantial de Aizata-rieta, primer afluente importante del río Larraun, un cambio notorio en la configuración del suelo denuncia una variación en la naturaleza de los materiales subyacentes, viéndose en efecto reaparecer la misma formación esencialmente detrítica, ya antes reconocida más a Poniente en la cumbre de Aralar, pero que en este paraje muestra mayor desarrollo aparente, y llega a ser, por las especiales circunstancias de la localidad, más accesible á la observación directa.

He aquí la serie de materiales que allí se suceden en orden ascendente, a contar desde las hiladas liásicas superiores, sobre las cuales se apoyan con estratificación sensiblemente concordante:

1.º Areniscas arcillosas micáferas deleznales, entre las que se intercalan algunos lechos de otras compactas de estructura tabular, y notables todas por la viveza insólita de su color rojo ladrillo o de heces de vino con manchas verdosas.

2.º Areniscas arcillosas parecidas a las del número anterior, asociadas con algunos lechos de caliza brechiforme, en que suelen observarse restos de pequeños gasterópodos.

3.º Areniscas muy arcillosas de grano grueso, o más bien arcillas sabulosas de color rojo dominante, con las que alternan a distintos niveles estratos delgados de caliza, y otros más frecuentes de marga pizarreña de color negruzco, que contienen con relativa abundancia valvas de *Córbula*. En las areniscas arcillosas de esta misma zona suelen además encontrarse restos de lamelibranchios, que, a juzgar por su tamaño y configuración, pudieran muy bien corresponder al género *Unio*.

Este conjunto de sedimentos representa un espesor aproximado de 150 metros. En el sentido de su buzamiento, o sea por el S., se oculta bajo un gran tramo de calizas de color gris claro, más o menos arcillosas, en las cuales abundan los restos de *Orbitolina* y de *Requienia*, y cuyos bancos aparecen tajados

por una imponente escarpa al pie de la cual brota el manantial de Aizarrieta antes citado. Dicho tramo calizo, que investigaciones paleontológicas más precisas harán quizá referir al piso urgoniano, sirve a su vez de apoyo a otro también calizo y en parte sabuloso, correspondiente al piso aptense, a juzgar por los fósiles que contiene, entre los que he reconocido los *Hoplites fissicostatus*, Phyllip. sp., y *Cypricardia núcleo*, Cocq.

Los datos consignados en la breve reseña que antecede, bastantes a mi juicio, no sólo para fijar la edad geológica de los sedimentos en cuestión, sino además para atribuir su origen al depósito de materiales efectuado en aguas dulces o salobres, inducen desde luego a considerarlos como el equivalente de la formación vealdense en el Pirineo navarro, y esto con tanta más razón, cuanto que, según hice notar antes de ahora, es notorio el parecido entre sus caracteres mineralógicos y los de otros sedimentos ya estudiados y reconocidos como vealdenses en varias provincias de España.

A unos tres y medio kilómetros de distancia a Levante de Allí, siguiendo el camino de Lecumberri a Astiz, se descubren en varios sitios bajo el manto superficial de tierra arenosa bancos de arenisca micáfera de color rojizo, superpuestos a calizas del Lías, y en ellos suelen encontrarse restos de lamelibranquinos, que pudieran también atribuirse al género *Unio* por su aparente identidad con los encontrados en el yacimiento de Iribas; todo lo cual hace suponer fundadamente la continuación de este mismo yacimiento en la dirección indicada. A esto hay que agregar que cinco kilómetros todavía más hacia Levante, junto al pueblo de Goldaraz, se ve intercalado en una zona de margas negruzcas superpuesta a las calizas liásicas sobre que asienta este pueblo, un estrato calizo de 35 a 40 centímetros de espesor, formado casi exclusivamente por la aglomeración, mediante un cemento de esa misma naturaleza, de conchas espatizadas de *Potámidos*.

En resumen, y como consecuencia de todo lo que hasta aquí dejo consignado, puede afirmarse que los sedimentos vealdenses afloran en el Pirineo navarro a lo largo de una faja que desde el lindero de Guipúzcoa en la cumbre de la sierra de Aralar se dirige hacia el E. SE., faldeando la vertiente septentrional de esta cordillera, y pasando al S. de Baraibar, Iribas y Allí

hasta el término de Goldaraz. Esos sedimentos descansan, con estratificación sensiblemente concordante, sobre calizas liásicas, cuyos asomos determinan a su vez otra faja mucho más ancha contigua a la anterior, y que iniciándose también en el confin de Guipúzcoa, se prolonga sin interrupción hasta más allá de Goldaraz, para terminar en la erguida cresta del monte de La Trinidad de Irurzun. A esta faja liásica sirve de límite en todo el largo de su lado septentrional una falla, relacionada indudablemente con el levantamiento de la cordillera de Aralar y del monte de la Trinidad, poco ha mencionado; la cual falla ha puesto en contacto anormal en la mitad occidental de su corrida las rocas del Lías con las albenses y cenomanenses, y en la oriental con las del tramo danés y con las eocenas en que se encuentran las huellas de *Scolitia prisca*; habiendo además dejado descubiertas en un breve espacio, cerca de Iribas, las carniolas y margas abigarradas del Triás.

Aunque dada la insuficiencia de las indicaciones paleontológicas halladas hasta ahora en los sedimentos vealdenses de Navarra, no es fácil el precisar con exactitud a cuál de los diferentes tramos que se consideran en los depósitos de la misma edad, ya estudiados en otras provincias de España, pudieran aquéllos referirse, merece sin embargo consignarse que entre los sedimentos, también arcillosos y sabulosos, de la formación vealdense, directamente sobrepuestos a las calizas liásicas en los términos de Entrambasestas y Alceda de la provincia de Santander, se intercalan unas margas negruzcas pizarreñas, semejantes a las encontradas en Iribas, y conteniendo como éstas numerosos restos de *Corbula*; lo cual pudiera muy bien aducirse como argumento en favor del sincronismo de uno y otro yacimiento, suponiendo, como es lógico suponer, que ambos se han constituido dentro de una misma cuenca. Así, pues, de considerar a las capas arcillosas y sabulosas de Entrambasestas y Alceda como las inferiores del vealdense santederino, natural parece que a ese mismo horizonte estratigráfico deban ser referidas las del depósito vealdense de Navarra.

PEDRO PALACIOS.

Madrid, Mayo de 1914.

NOTA
GEOLOGICA Y PALEONTOLOGICA
SOBRE EL JURASICO SUPERIOR DE LA PROVINCIA
DE LERIDA

POR
LUIS MARIANO VIDAL

I
GEOLOGIA

Antes de 1902 no se conocía en el Pirineo más representante de las formaciones jurásicas que el *lias*: así es que estaba admitida la existencia de un hiatus considerable entre la sedimentación de estas bajas hiladas del sistema, y la de los primeros depósitos del sistema cretáceo. En aquella fecha descubrí la presencia de las más elevadas capas jurásicas en el centro de la provincia de Lérida, en la sierra del Montsech, término de Santa María de Meyá, y desde entonces quedó establecido que el neojurásico figura en la constitución geológica del Pirineo; pero ningún otro descubrimiento ha venido a añadir nuevos jalones á esta formación. Así ha dicho Dalloni (1), en su impor-

(1) *Dalloni Marius. Etude géologique des Pyrénées de l'Aragón. 1910.*

tante estudio geológico de los Pirineos de Aragón, que es probable que en los Pirineos españoles las aguas marinas se hayan extendido durante el jurásico medio por la mayor parte de la sierra, pudiendo explicarse la desaparición de las hiladas atribuíbles a esta época, por la denudación considerable que debió ocurrir antes de la transgresión del infracretáceo; pero que, en todo caso, *el jurásico superior con toda seguridad falta en la mayor parte de los Pirineos*; hecho tanto más notable, cuanto que todas las zonas montañosas de la Europa occidental registran durante este último período una transgresión continua y casi general.

Nosotros, aunque no aceptemos la probabilidad de haber alcanzado el mar jurásicomedio la mayor parte de la zona pirenaica, porque nos resistimos a atribuir a la denudación la desaparición de sus depósitos en tan dilatada superficie, estamos conformes con Dalloni en la completa ausencia del neojurásico en la casi totalidad del Pirineo.

En el resto de España son muchos los puntos en donde el jurásico superior se acusa con toda claridad.

En la provincia de Teruel están reconocidos varios pisos altos de este sistema, como son el *Calloviense*, *Oxfordense*, *Rauracense*, *Sequanense* y *Kimeridgense*, si bien de este último tramo falta la parte superior, así como falta también el *Portlandense*, o acaso no sean sus hiladas fosilíferas, según De Reims. (1).

De Verneuil y Collomb descubrieron los dos primeros tramos en las altas mesetas de los Montes Universales, y principalmente en las cercanías de Calomardé, Frías y Villar del Cobo; y en 1855 dichos geólogos y De Lorient indicaron el *Kimeridgense* en la vertiente oriental de la sierra Escorihuela, y el *Coralino* en el valle del río Arcos (2).

Coquand, en 1867, había señalado, en la provincia de Castellón, junto a Alcalá de Chisvert, en los montes de Irta, el tramo *Coralino*, el *Kimeridgense* y el *Portlandense*, descansando bajo calizas aptenses (3).

(1) *De Reims*. — Recherches géologiques dans le sud de l'Aragon. 1898

(2) *De Verneuil et Collomb et De Lorient*.

(3) *Coquand*. — Sur l'existence des étages corallien, kimeridgien et portlandien dans la province de Castellón. 1867.

Y en el Mediodía de la Península ocupan grandes extensiones las manchas del jurásico superior en las provincias andaluzas, donde las series son más completas, sobre todo en la provincia de Granada, estudiada detenidamente por Bertrand y Killian con motivo de los terremotos de Andalucía (1).

También en la provincia balear se encuentran los más elevados tramos jurásicos; pues si bien Vidal y Molina, en Ibiza, sólo hallaron el *Oxfordense* (2), en Mallorca el *titónico* está reconocido por Hermite (3) y por Nolan (4).

Pero hay una diferencia radical entre la facies de los sedimentos neojurásicos del Pirineo y la de las demás regiones españolas. En aquél se ve que las aguas marinas tenían muy poco fondo, pues los restos de reptiles, insectos, peces y vegetales que encierran sus hiladas (de los cuales daré una relación completa) revelan que no era muy lejana la costa de donde procedían, así como la finura del grano de la roca formada, que es caliza litográfica, prueba que eran aguas muy tranquilas las en que se depositaban.

En los demás yacimientos peninsulares y baleáricos, la fauna revela un mar pelágico y tiene la facies titónica con abundancia de amonitos, *Perisphinctes transitorius*, Opp; *P. eudichotomus*, Zitt, y *Terebratula janitor*, Pict, y *T. diphya*, De Buch, etc., etc. Las calizas son compactas, marmóreas, brechoides, rojas con frecuencia, muy diferentes de las pirenaicas, que son arcillosas y de colores agrisados y parduzcos.

De suerte que una ojeada de conjunto, dada en la Península Ibérica a la extensión y batimetría del mar jurásico, nos hace ver que éste se extendía con grandes profundidades por la parte del Sud y de Levante, que la profundidad disminuía al acercarse por el N. E. al Pirineo, y ya sabemos por Larrazet (5) que al Norte de España, en la provincia de Burgos, el fal-

(1) *Bertrand et Killian*. — Etudes sur les terrains secondaires et tertiaires dans les provinces de Granada et de Málaga. *Mission d'Andalousie*. Paris, 1889.

(2) *Vidal y Molina*. — Reseña física y geológica de las islas Ibiza y Formentera. *Boletín Com. Map. Geol. España*. Madrid, 1880.

(3) *Hermite*. — Etudes géologiques sur les Iles Baléares. Paris, 1879.

(4) *Nolan*. — Sur le Jurassique et le crétacé des Iles Baléares. Paris, 1896.

(5) *Larrazet*. — Recherches géologiques sur la région orientale de la prov. de Burgos, etc., etc. Paris, 1896.

tar todos los tramos del neojurásico después de haberse depositado los primeros sedimentos, es decir, desde el fin del Cretácico superior, demuestra que un movimiento de emergencia hizo apartar de la provincia las aguas marinas, quedando su territorio totalmente en seco durante las últimas edades del sistema.

Constitución del jurásico superior en la provincia de Lérida.—Aparece esta formación en término de Santa María de Meyá, (población situada al pie de la vertiente Sud de la sierra de Montsech, que está orientada del segundo al cuarto cuadrante, como el sistema pirenaico propiamente dicho), casi en lo alto del acantilado que corre a lo largo de dicha sierra a media altura de su vertiente meridional dibujando el ancho escalón que da a esta montaña tan característica figura.

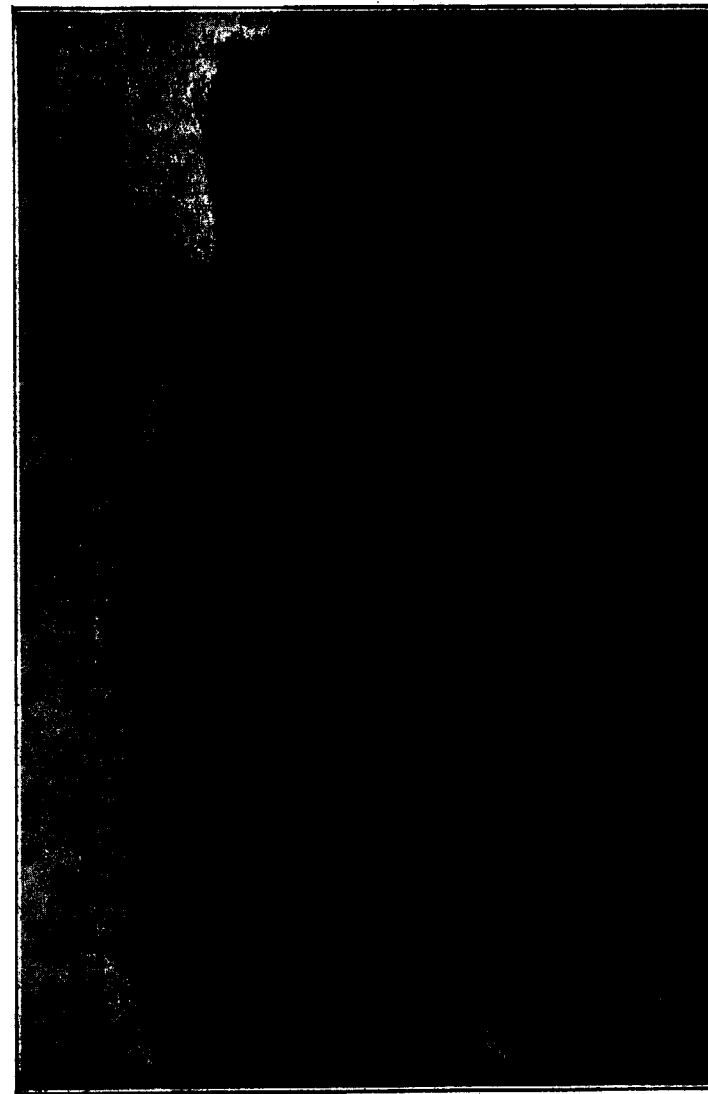
Está constituido por dos gruesos bancos de igual espesor aproximadamente, que suman en total unos cien metros, formados, el inferior por una caliza compacta donde el único fósil que he recogido es un gasterópodo mal conservado, quizá un *Alaria*, el superior por una serie de hiladas de caliza arcillosa, gris o parduzca, verdadera caliza litográfica, que por la finura de su grano y las excelentes condiciones que ofrece al grabado, no resulta inferior a las célebres piedras litográficas de Baviera.

Son capitas de todos groesos, desde un milímetro hasta 30 y 40 centímetros. En sus caras de junta aparecen con frecuencia restos fósiles animales y vegetales.

De suerte que, por ahora, el banco superior es el único que se ha prestado a una determinación geológica; el inferior tal vez represente algún otro tramo del jurásico superior o medio.

Este conjunto, que como todas las formaciones que integran el Montsech, ofrece un fuerte buzamiento en sentido septentrional de 30° a 60°, soporta una potente formación caliza que pertenece ya a la base del sistema cretáceo y descansa sobre una gruesa hilada de dolomía, que aquí, lo mismo que en muchos puntos del Pirineo, yace sobre las capas del liás.

Y ahora no será inoportuno hacer constar que queda así definitivamente fijada y demostrada la atribución de la tal dolomía a la época jurásica, dejando de ser *problemática*, como creía De Lapparent en su importante obra *Traité de Géologie*, t. II, pág. 1.280 (edición de 1906). La posición de este banco



Clicé del autor.
Fig. 1.º.—Vista de la cantera de caliza litográfica de Santa María de Meyá. (Montsech. — Lérida.) Extremo Este.



Clisé del autor
Fig. 1.ª — Vista de la cantera de caliza litográfica de Santa María de Meyá. (Montsech — Lérida.) Extremo Este.

magnesiano, que se manifiesta encima de las hiladas liásicas, no sólo en el Pirineo, sino al Sur de Barcelona en el Macizo de Begas por las costas de Garraf, y siempre inferior a las formaciones cretáceas, fué objeto de discusión durante la visita que la Sociedad Geológica de Francia hizo a nuestro país en 1898, y entonces sostuve que debía incluírsela en el jurásico, fundándome en la constancia con que viene recubriendo al lias, sea que encima de él en orden ascendente aparezcan las calizas del cretáceo inferior o las del cretáceo superior. En aquella fecha no se habían aún encontrado fósiles característicos en las calizas litográficas de Santa María de Meyá, y a pesar de esto, guiado sólo por el carácter petrográfico, las supuse *neojurásicas*. Hoy que la paleontología ha venido a confirmar esta conjetura, queda de modo irrefutable establecido que la tal dolomía corresponde al jurásico. Quedará por precisar si representa algún tramo del jurásico medio, o tal vez al liásico superior; pero ésta es cuestión de detalle, que no se resolverá mientras no se tenga de todos los tramos del jurásico español un conocimiento muy detallado y perfecto.

Fauna y flora de las calizas litográficas del Montsech.

Peces....	<i>Spirangium</i> , huevo de un Elasmobranquio ó de un Holocéfalo....	Un ejemplar.
	<i>Undina Léridae</i> , Sauvage.....	Uno.
	* <i>Undina penicillata</i> , Münster.....	Uno.
	<i>Lepidotus</i> , ap. afine al <i>L. Itieri</i> , Thiollière.....	Uno.
	<i>L. ilergetis</i> , Sauvage.....	Dos.
	<i>Propterus Vidali</i> , Sauvage.....	Dos.
	<i>Microdon af. Egertoni</i> , Thiollière... Varios.	
	<i>Caturus Tarraconensis</i> , Sauvage... Dos.	
	<i>Megalurus Woodwardi</i> , Sauvage... Uno.	
	* <i>M. Sauvagei</i> , nov. sp.....	Uno.
	<i>Aspidorhyncus</i> ?.....	Uno.
	<i>Leptolepis Voithi</i> , Agas.....	Varios.
	<i>Aethalion Vidali</i> , Sauvage.....	Tres.
	* <i>Ae. ligas</i> , Sauvage.....	Dos.
	<i>Vidalia Catalunica</i> , Sauvage.....	Dos.

	* <i>Hybodus, Woodwardi</i> , nov. sp... Uno.
Anfibios..	<i>Palaeobatrachus Gaudryi</i> , Vidal... Uno.
Reptiles..	* <i>Meyasaurus Faurae</i> , nov. gen. nov. sp..... Uno.
	* <i>Alligatorium Depereti</i> , nov. sp... Uno.
	* <i>Ichthiosaurus</i> , coprolito de..... Uno.
Insectos...	<i>Palaeontina Vidali</i> , F. Meunier.... Uno.
	<i>Ephialtites jurasicus</i> , F. Meunier.. Uno.
	<i>Pimpla Renevieri</i> , F. Meunier.... Uno.
	<i>Libelula</i> ?, larva de..... Uno.
	<i>Palaeoeschina Vidali</i> , F. Meunier, larva de..... Uno.
	<i>Artilocoblatta Colominasi</i> , F. Meunier..... Uno.
	* <i>Coleóptero</i> ?..... Uno.
Vegetales.	<i>Pseudoasterophyllites Vidali</i> , Zeiller Varios.
	<i>Sphenopteris cf. microclada</i> , Saporta Uno.
	<i>Zamites cf. acerosus</i> , Saporta..... Uno.
	<i>Pagiophyllum cirnicum</i> , Saporta... Varios.
	<i>Ct. Cordaicladus</i> Uno.
	<i>Pitophyllum flexile</i> , Zeiller..... Uno.
	<i>Pecopteris ó cladophebis</i> Uno.
	<i>Phyllothea</i> , acaso <i>Equisetum</i> Uno.
	<i>Yuccites cf. burgundiacus</i> , Saporta.. Uno.

Las especies marcadas con * son las que están figuradas en la presente Nota.

Esta lista da idea de lo que podría esperarse de tal yacimiento si no se hubiese interrumpido por motivos de orden económico la explotación de esas canteras, que si desde el punto de vista industrial, revestían considerable importancia, no la tenían menor en el orden científico, hasta el punto que merecían seguir explotándose, aunque sólo fuese en beneficio de la paleontología. El hallazgo de varios de los fósiles de esta lista representó muy interesantes novedades para la ciencia; así, para no fijarnos sino en los más importantes, diremos que el *Palaeobatrachus* hizo retroceder hasta el jurásico superior la aparición de este género que se creía terciario. En los insectos, ha dicho Meunier, al describir el *Ephialtites jurasicus*, que los hi-

menópteros fósiles del secundario son verdaderas rarezas paleontológicas. En los vegetales, dijo Zeiller, al describir el *Pseudoasterophyllites Vidali*, que era un notabilísimo ejemplar, y que hacía atribuir mucha mayor antigüedad a este género tenido hasta entonces por cenomanense; y finalmente no deja de ser digno de notarse que en una lista no muy crecida de peces y de reptiles aparezcan dos géneros nuevos.

Extensión de la formación neojurásica en el Montsech.— En todo el desarrollo de esta sierra, que dentro de la provincia de Lérida no baja de 40 kilómetros, no se ha presentado más que en un punto algo que puede atribuirse al jurásico superior fuera de la localidad que conocemos; sólo en un rápido barranco que en el trozo de sierra comprendido entre el Noguera Pallaresa y el Noguera Ribagorzana baja al pueblo de Ametlla de Balaguer desde la meseta o escalón central del Montsech, he encontrado debajo de las calizas urgaptenses un grueso banco de caliza litográfica que viene intercalado entre este cretáceo inferior y las dolomías supraliásicas; de modo que, guardando una posición estratigráfica igual a la de las calizas de Santa María de Meyá, es casi seguro que, si en él se abriese una cantera, aparecerían fósiles para determinar su edad. Y como no es probable que en una sierra tan extensa y de una constitución geológica tan regular se limite a tan reducida extensión de Este a Oeste una formación que tan importantes fósiles encierra, es de presumir que apareciesen nuevos afloramientos si se reconociesen con detención los numerosos barrancos transversales que ofrece su quebrada topografía.

En cuanto a la extensión que alcance en el sentido de Sud a Norte, no es posible apreciarla, porque su buzamiento oculta las hiladas dentro del macizo de la montaña, y el cretáceo y el numulítico que las cubren y ocupan toda la cuenca de Tremp no presentan accidentes tectónicos que pongan al descubierto las capas jurásicas, que, de existir, han de hallarse muy profundas.

Procedencia de las corrientes terrestres que aportaban los restos orgánicos al mar neojurásico.— No es este problema de fácil solución mientras no se conozcan por todos rumbos los límites del yacimiento que aflora en Santa María de Meyá, los cuales, si son desconocidos en el sentido Norte y por Levante

y Poniente, en el sentido Sud ofrecen de momento la dificultad de extenderse al pie de Montsech una vasta superficie de terrenos terciarios, lo cual nos obliga a ir a buscar más lejos los terrenos más antiguos que han de existir debajo de éstos. Mas, como entre los fósiles de Santa María de Meyá figuran, en mezcla con una importante fauna marina, reptiles terrestres y vegetales e insectos, es de suponer que no estaba muy distante la tierra firme, y cabe esperar la posible delimitación de algún punto de la antigua costa como medio indirecto de averiguar por dónde ésta se extendía y de qué modo comunicaba el mar neojurásico catalán con el que en Franconia (Solenhofen) y en el Jura meridional (Cerin) bajo el mismo aspecto batimétrico y mineralógico, es decir, con escasas profundidades y análogos sedimentos, encerraba una fauna y una flora que tantos puntos de contacto tienen con las nuestras.

Si atravesamos de Norte a Sur los terrenos que se extienden al pie del Montsech, no encontraremos hasta pasado el río Segre señal alguna de sedimentos jurásicos. Este corte geológico lo recorrió la Sociedad Geológica de Francia en 1898, y pudo ver que las hiladas numulíticas buzan de Sud a Norte, y van a intestar contra el pie del Montsech por efecto de la falla que en toda la longitud de la sierra siguió a su alzamiento, y al cual sucedió el descenso de toda la región meridional en una vertical de más de 1.000 metros, merced a la cual los bancos eocenos, en esta parte, bajaron al nivel del triás que aflora al pie de la falla.

Este corte, que abarca desde Santa María de Meyá a Alós de Balaguer unos 12 kilómetros, descubre debajo del eoceno el cretáceo superior en hiladas concordantes; pero al concluir este último, ninguna traza de cretáceo inferior ni de jurásico aparece. Una falla presenta al triás compuesto de calizas tabulares del Muschelkalk y de yesos abigarrados, en contacto anormal con la creta en Alós de Balaguer, población sita al borde del Segre. Hay que descender 10 kilómetros el curso del río para tropezar con las formaciones jurásicas. En las cercanías de Camarasa, las sierras de Montroig y de San Jordi, entre las cuales el Segre ha abierto su cauce, presentan el lias descansando sobre el triás, y recubierto por el cretáceo superior, y aunque esta localidad ha sido teatro de formidables trastornos geológi-

cos, viéndose en el centro del valle el eoceno y el oligoceno inferior en contacto anormal con el triás, la sucesión de las hileras mesozoicas aparece con toda claridad en la montaña de San Jordi, notándose la absoluta falta de los tramos neojurásicos entre el grueso banco de dolomía que cubre al lias fosilífero y las margas y calizas del cretáceo superior.

Inútil fuera buscarlo más al Sur, porque los sedimentos del oligoceno inferior y medio se tienden por el resto de la provincia y por gran parte de la de Barcelona; y si remontamos el curso del Segre, los accidentes tectónicos que éste descubre nos mostrarán en Peramola el cretáceo sobre el lias, y lo mismo en los desfiladeros de Orgañá.

Si desviamos nuestra investigación hacia las comarcas de Levante, por la provincia de Barcelona, sólo veremos en la sierra de Cadí al lias en contacto anormal con el numulítico y con el cretáceo superior cerca de Gosol; en Balsereny también el lias medio está subordinado al cretáceo superior. Entrando en la provincia de Gerona, sólo hallaremos débiles y dudosos indicios liásicos entre el triás y la creta cerca de San Juan de las Abadesas; y finalmente, en Figueras el lias medio, bien caracterizado, toca al pie del castillo con los elementos cretáceos.

De modo que hay motivo para afirmar que no hay traza de neojurásico en todo el vasto territorio que rápidamente hemos revisado, y puede por lo tanto creerse que era tierra firme en dicha época la superficie que se extiende desde el Sur del Montsech hasta el litoral mediterráneo, y aun más allá, toda vez que en el macizo de Begas, al Sur de Barcelona, las costas de Garraf nos ofrecen el cretáceo inferior descansando sobre el lias medio, siendo preciso trasladarse a las Islas Baleares para encontrar en la sierra de Mallorca las hiladas neojurásicas, pero ya aquí con su facies titónica que revela mares profundos.

Es, por lo tanto, muy probable que las corrientes terrestres que acumulaban restos orgánicos en los someros fondos marinos del Montsech, procedían del macizo situado al Sud; lo cual explicaría, por la proximidad de estas tierras, que hayan podido conservarse delicados insectos y plantas al ser arrastrados al mar. Y esto es todo cuanto podemos conjeturar respecto de la zona costera, mientras queden indeterminados por el Norte, Este y Oeste los límites del manchón que nos ocupa.

Podríamos ahora entrar en el estudio de cómo comunicaban entre sí el mar neojurásico español y el del resto de Europa; pero antes deberemos fijar concretamente el tramo a que corresponden nuestras calizas, ya que recientemente se ha mostrado dividida la opinión de algunos geólogos entre su atribución a uno u otro de los dos tramos más elevados de la serie jurásica: el *Kimeridgense* y el *Portlandense*.

Edad geológica de las calizas litográficas del Montsech. — M. Sauvage, en 1903 (1), al estudiar los peces que le remitió, ocupóse en determinar el verdadero horizonte que les correspondía, recordando que De Lapparent admite que las calizas litográficas de Cerín (Francia) han de ser colocadas en la parte superior del subtramo *Virguleuse*, que es la división superior del tramo *Kimeridgense*, y las de *Solenhofen* (Baviera) en la base del *Portlandense*; y descubriéndole dicho estudio grandes analogías entre la fauna marina de Cerín y la nuestra, dejó establecido que las calizas litográficas del Montsech es lo más probable que pertenezcan al *Virguleuse*, es decir, al *Kimeridgense superior*.

Tal ha sido también la opinión de los Sres. Gaudry, Zeiller (2) y De Lapparent, quien en la quinta edición (año 1906) de su citado *Traité de Géologie*, t. II, pág. 1.250, repite que las calizas de Cerín son kimeridgenses; y en la pág. 1.254, que "en el Montsech (Cataluña) las calizas litográficas superpuestas a las dolomías del lias han suministrado una flora de *Zamites*, *Pagiophyllum*, etc. y restos de peces kimeridgenses acompañados de un *Palaeobatrachus*."

Más M. Haug, en su reciente obra citada, dice al hablar del tramo *Portlandense* (T. II, pág. 1.096): "Es ocasión de intercalar aquí algunas líneas sobre las calizas litográficas de la provincia de Lérida en Cataluña, atribuidas de ordinario al *Kimeridgense*, pero que, por su identidad con las de Solenho-

(1) *Sauvage*.—Noticia sobre los peces de la caliza litográfica de la provincia de Lérida.—Memorias de la Real Acad. de Cien. y Artes de Barcelona, 1903.

(2) *Zeiller*.—R. sobre algunas impresiones vegetales del Kimeridgense de Santa María de Meyá (Lérida) — Memorias de la Real Acad. de Cien. y Artes de Barcelona, 1902.

fen y de Cerín, habrán probablemente de ser colocadas en el *Portlandense*."

Se ve que la diferencia de apreciación estriba en que, para M. Haug, Solenhofen y Cerin son del tramo más elevado del jurásico superior, mientras que para M. De Lapparent sólo lo es la localidad de Solenhofen, y relega al tramo subyacente o *Kimeridgense* la de Cerín.

Pero es de notar una evidente contradicción entre la cita que acabo de tomar de M. Haug, y lo que, tres páginas antes, este mismo autor dice en la página 1.093 del mismo tomo segundo: "Merece hablarse aquí de una formación análoga a las calizas de Franconia (Solenhofen) y de Suabia, que es la de la caliza litográfica de Cerín, donde se encierran restos de vertebrados de una admirable conservación; numerosos reptiles, varios invertebrados, aunque menos que en Solenhofen, y vegetales muy abundantes. Las condiciones de sedimentación no son las mismas que en Solenhofen. Los arrecifes, cuya trituración ha, sin duda, suministrado el légamo calizo, están lejos. La caliza es bituminosa, y por eso Locard habla de un suelo negro y fétido de marisma, y ve en el conjunto una formación de *estuario*. Un nuevo estudio del yacimiento sería de desear. La edad de las calizas de Cerín no se conoce de un modo suficientemente preciso. Es posible que sean más antiguas que las de Solenhofen, y que haya que dejarlas en el *Kimeridgense*."

Ante estas dos apreciaciones contradictorias de un mismo autor, opto por la que acabo de copiar, que se aviene con lo admitido por De Lapparent y demás geólogos, y confirma la clasificación que desde un principio establecí: que las calizas de Santa María de Meyá son *Kimeridgenses*.

Comunicación de los mares neojurásicos.—De Lapparent da en su citada gran obra de Geología unos bocetos geográficos que indican para muchos tramos geológicos la configuración que se puede suponer a los mares de las respectivas épocas.

Mas respecto de la forma como se hallaba establecida la comunicación de nuestro mar neojurásico catalán con el del centro de Europa, he de diferir del concepto que expresa gráficamente en la página 1.245 y que reproduzco a continuación. Admite dicho autor que el mar kimeridgense español ocupaba la ribera izquierda del Ebro en toda su longitud, de modo que

el actual valle de este río se hallaba entonces invadido en su totalidad por las aguas marinas. Dicho mar figura que atravesaba la cordillera Cantábrica en su unión con la pirenaica, pe-

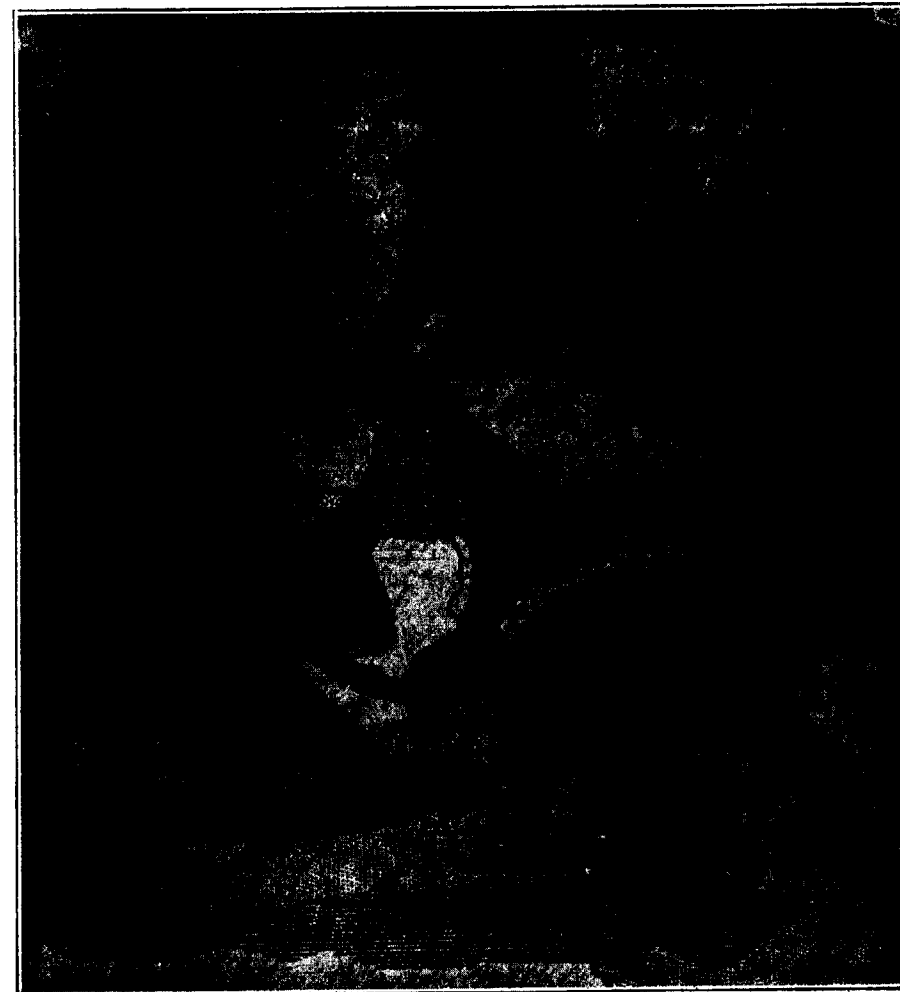


Fig. 2.ª — Europa en la época Kimeridgense, según De Lapparent.

netraba en el centro de Francia para enlazar con el del centro de Europa, extendiéndose por el Este hacia la región de Baviera y del Jura, y descendía al Sur hasta la Provenza, desde don-

el actual valle de este río se hallaba entonces invadido en su totalidad por las aguas marinas. Dicho mar figura que atravesaba la cordillera Cantábrica en su unión con la pirenaica, pe-



Fig. 2.ª - Europa en la época Kimeridgense, según De Lapparent.

netraba en el centro de Francia para enlazar con el del centro de Europa, extendiéndose por el Este hacia la región de Baviera y del Jura, y descendía al Sur hasta la Provenza, desde don-

de, bordeando el Pirineo francés, iba a alcanzar la región de la Aquitania.

En el resto de la Península Ibérica consigna que el mar kimeridgense se extendía al Sur por Andalucía, penetrando en Portugal, y se dilataba al Este invadiendo las Islas Baleares; y aquí lo detiene, sin hacerlo comunicar con el que desde el Este de Francia baja hacia el Sur hasta el Golfo del León.

Pero en realidad, no hay motivo para figurar los sedimentos neojurásicos desde Tortosa a todo el largo del Ebro y aun más al Norte, es decir, desde el Mediterráneo al Atlántico.

Nada hay en la provincia de Tarragona que recuerde los tramos del jurásico superior.

Lo conocemos en las provincias de Castellón y de Teruel, y como en la vertiente izquierda de la gran cuenca del Ebro sólo se han manifestado en un punto, ha de admitirse que el mar neojurásico de este punto, que es el Montsech, comunicaba por Teruel con el del resto de España, y que desde esta provincia, remontando hacia el Norte, llegaba hasta Palencia, donde por encima del liás hay indicios del jurásico superior. Mas ya no debe pasar de aquí; en Burgos falta, según ya sabemos; en la vertiente Norte de la cordillera cantábrica no hay trazas de él en las provincias de Oviedo y Santander ni en las vascas (1). Así, pues, no pudiendo establecer por el Norte la comunicación del mar español con el del resto de Europa, deberemos buscarla por el Mediterráneo, y esto es lo más lógico, desde que sabemos lo que representan las Islas Baleares en la historia de la tierra. Estas islas son la manifestación de un gran continente que se sumergió en época relativamente moderna. La sierra de Mallorca nos enseña la parte importante que tuvo en su constitución el neojurásico, cuyos sedimentos, por su facies titónica, acusan la prolongación hacia el Este de los mares profundos que en esta época ocupaban la Andalucía. No es improbable, antes puede darse casi por seguro, que el tal continente no se detenía en dichas islas; es decir, que los sedimen-

(1) Véase la *Explicación del Mapa Geológico de España*, por Mallada, trabajo que por el método y claridad de exposición será siempre consultado con fruto, y también la obra *La Peninsule Iherique*, por Robert Douvillé, Heidelberg, 1911, que es un resumen muy acabado de cuanto se ha escrito sobre geología española.

tos del jurásico superior que tanta importancia alcanzan en las



Fig. 3.ª—España en la época kimeridgense, según los datos más recientes.

Baleares, se extendían a Levante más allá de éstas; de aquí a suponer que se enlazaban con los de la Provenza, no hay más que un paso, y esto es lo que he tratado de representar en el adjunto esbozo, expresando la configuración de los mares neojurásicos tal como la concibo para la Península en la época

ca *Kimeridgense*.

Así abreviada la distancia, que resultaba muy grande en el desarrollo figurado por De Lapparent, se hace más factible la comunidad de especies marinas del centro de Europa y del Nordeste de España que la comparación de ambas faunas ha demostrado.

El ilustre geólogo Haug, en su citado *Tratado de Geología*, pagina 1.080, al trazar la carta de las zonas isópicas de la Europa en la época portlandense, si bien comete, como De Lapparent, el error de hacer extenderse el mar español a lo largo del valle del Ebro, ya cuida de enlazar la zona titónica Andalucía Baleares con la que desde el centro de Europa baja al Golfo del León, obedeciendo, sin duda, a las mismas consideraciones que me han inducido a aceptar esta idea en la fig. 3.ª



II

PALEONTOLOGIA

PECES

Undina penicillata, Münster.

Lámina I, fig. 1.ª, vaciado en yeso, tamaño mitad.

Esta especie, que es conocida en el jurásico superior de Franconia y de Bugey (Cerín) no había sido aún citada en España. El ejemplar mide 36 centímetros de longitud, y aparece en hueco en una laja de caliza litográfica, por lo que, la figura es reproducción a mitad de tamaño de un moldeado en yeso, a fin de acusar el relieve. En la fosilización perdió la segunda nadadera dorsal y la pectoral derecha; pero el resto es de una conservación perfecta, acusándose los tejidos blandos, como sucede también en ejemplares alemanes, en demostración, según dice Hörnes en su Tratado de Paleontología, de la extrema tranquilidad de las aguas y de la imponderable finura del grano del sedimento.

Es de notar que en una misma cantera, en una reducida extensión que no pasa de 200 metros, dentro de unos mismos bancos calizos, unos ejemplares conservan su osamenta, según se ve en las fotografías de muchos fósiles, y otros la han perdido por completo por disolución química, dejando tan sólo su impresión en la roca. Es lo que sucede en este ejemplar, en el *Palaeobatrachus Gaudryi*, en todos los ejemplares de *Microdon*, y en casi todos los de *Leptolepis*.

Aethalion gigas, Sauvage.

Lámina I, fig. 2.^a, ejemplar casi completo, tamaño mitad.

Sauvage creó esta especie para un fragmento que le envió, constando de la cabeza, de 15 centímetros de longitud, y de una pequeña porción del tórax, compuesta de unas 19 vértebras. Con estos sólo datos juzgó que el pez debía tener una longitud de 70 centímetros. (*Sauvage*. Peces de la caliza litográfica de la provincia de Lérida. Mem. R. Acad. C. y A. de Barcelona, 1903.)

Recientemente he recibido del señor Palmada, que fué director de la cantera de Santa María de Meyá, un hermoso ejemplar, casi completo, que mide 60 centímetros de largo, al cual sólo le falta un trozo delantero de la cabeza. De modo que representando los dos ejemplares individuos de casi la misma talla, se completan mutuamente, y vienen á confirmar, no sólo la determinación genérica, sino la apreciación que había hecho Sauvage de la dimensión total del pez.

La fig. 2.^a, lámina I, aunque es reducción a mitad de tamaño, permite ver la superficie de todas las vértebras, notándose en ellas bien las finas estrías de osificación secundaria, que, por ser propias del género *Aethalion*, inclinaron a dicho paleontologista a clasificarlo como tal, a pesar de su gran talla, que es superior a la de las especies conocidas.

La disposición de la nadadera dorsal principiando un poco atrás de la vertical de las nadaderas ventrales, que en nuestro ejemplar están poco visibles, y la columna vertebral, ligeramente encorvada hacia arriba, y apenas prolongada en el lóbulo superior de la cola, se avienen con la característica de este género.

Hybodus Woodwardi, nov. sp.

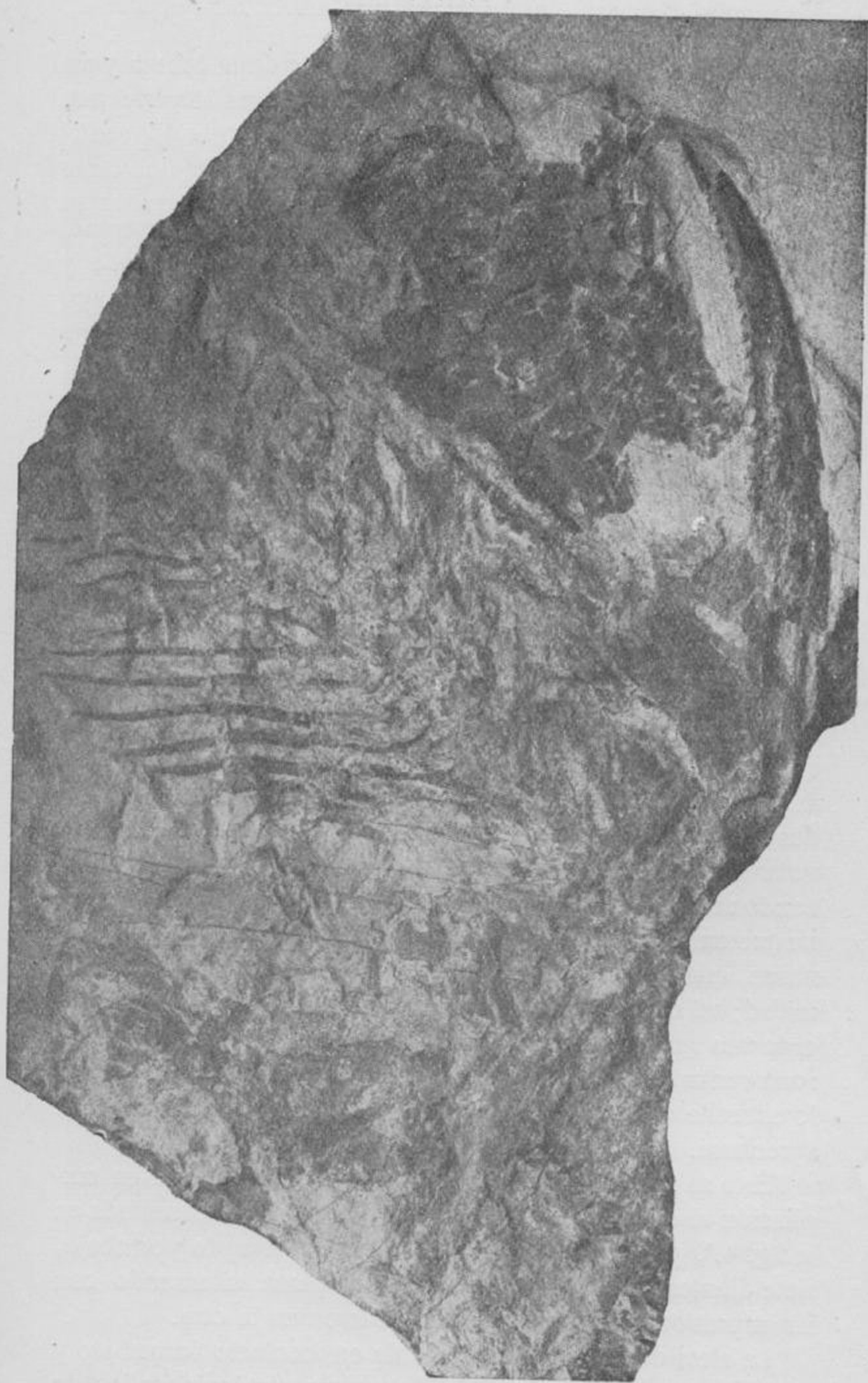
Lámina II, Impresión del lado derecho, tamaño natural.
 Pág. 35, fig. 4.^a, impresión izquierda, tamaño natural.
 Pág. 37, fig. 5.^a, parte alta de la púa, tamaño doble.
 Pág. 38, fig. 6.^a, tubérculos de la piel, aumento seis veces.

Este género, del suborden de los *Escuálidos*, viene represen-



Clisé del autor.

Fig. 4.^a—*Hybodus Woodwardi*, nov. sp., impresión izquierda, tamaño natural.



Clisé del autor.

Fig. 4.^a—*Hybodus Woodwardi*, nov. sp., impresión izquierda, tamaño natural.

tado por una porción sumamente imperfecta de la cabeza y un trozo de la columna vertebral, compuesto de unas 18 vértebras, en un ejemplar de unos 20 centímetros de largo por 15 centímetros de ancho, que ha dejado su impresión en las dos caras de junta de la losa caliza que lo encerraba, y de las cuales la lámina II reproduce la laja del costado derecho que conserva la porción mayor de la cabeza, y la fig. 4.^a, página 35, reproduce la del lado izquierdo, que contiene algunos otros detalles interesantes.

Destácase en la nuca la fuerte púa, ó *Ichthiodorulithes*, que mide 95 milímetros de longitud por 10 milímetros de ancho máximo. Es más gruesa en el centro que en la base, y termina en lo alto en punta roma. Su sección transversal es ligeramente comprimida. Es arqueada suavemente hacia atrás, y su superficie se halla cubierta, por lo menos en la mitad más alta, de finas estrías longitudinales.

Por la parte posterior de la púa baja desde la punta hasta la mitad de la altura una serie de finos dientes agudos, encorvados hacia abajo, que parecen formar una sola línea, lo cual sería una excepción, toda vez que son dos las filas de dientes que se encuentran en los *Ichthiodorulithes*, las cuales corren a muy poca distancia una de otra. Pero observada la serie en las dos lajas que llevan las dos impresiones del ejemplar, se puede notar que en la parte más gruesa ó central de la púa van alternando unos dientes con las impresiones de otros, lo cual demuestra que en rigor hay dos series de dientes, pero de tal modo próximas, que resultan alternantes por razón de su misma proximidad; así es que al separarse las dos mitades de la laja caliza, cada una se llevó una de las dos series, si bien esto sólo en la zona central del *Ichthiodorulithes*, porque en la parte alta, por lo estrecha que es, esta diferenciación de las series no puede apreciarse.

Esto se nota mejor en la fig. 5.^a, página 37, que es ampliación al doble de la parte dentada de la púa representada en la fig. 4.^a, página 35; en ella se ven, empezando por abajo, siete dientes que han quedado en esta placa, alternando con las impresiones de los siete que quedaron en la otra.

La aleta dorsal, que está situada en contacto inmediato y posterior con la púa, y era de naturaleza cartilaginosa, es de

figura triangular, alta como toda la longitud de ésta, y ha dejado en las dos lajas calizas la clara impresión de sus radios,

que arrancan del pie de la púa y se extienden por toda la superficie de dicha aleta. Lámina II y página 35, figura 4.^a

Las vértebras tienen apófisis espinosas tortuosas, y resultan bifidas. Según opinión de M. Smith Woodward, director del Museo de Londres, a quien consulté esta anomalía, este efecto ha sido producido por aplastamiento durante la fosilización, partiéndose en sentido longitudinal y aparentando dobles apófisis.

Las costillas, flexuosas y largas, de 40 milímetros lo más, tienen la configuración propia de los *Hybodus*.

A pesar de haber desaparecido casi toda la osamenta, se percibe en la región craneana el contorno del aparato opercular, y junto a éste se distingue, aunque muy mal, la aleta pectoral izquierda.

Lo más notable de esta parte del fósil, es la línea sinuosa que se ve en la parte baja, y que va acompañada de una serie irregular de pequeñas impresiones acutiformes,



Fig. 5.^a—*Hybodus Woodwardi*, porción dentada de la púa. Tamaño doble.

con todo el aspecto de dientes, sobre todo en la fig. 4.^a, página 35, que es donde están más marcados. Pero el estar

figura triangular, alta como toda la longitud de ésta, y ha dejado en las dos lajas calizas la clara impresión de sus radios,



Fig. 5 ^a—*Hybodus Woodwardi*, porción dentada de la pua. Tamaño doble.

que arrancan del pie de la púa y se extienden por toda la superficie de dicha aleta. Lámina II y página 35, figura 4.^a

Las vértebras tienen apófisis espinosas tortuosas, y resultan bifidas. Según opinión de M. Smith Woodward, director del Museo de Londres, a quien consulté esta anomalía, este efecto ha sido producido por aplastamiento durante la fosilización, partiéndose en sentido longitudinal y aparentando dobles apófisis.

Las costillas, flexuosas y largas, de 40 milímetros lo más, tienen la configuración propia de los *Hybodus*.

A pesar de haber desaparecido casi toda la osamenta, se percibe en la región craneana el contorno del aparato opercular, y junto a éste se distingue, aunque muy mal, la aleta pectoral izquierda.

Lo más notable de esta parte del fósil, es la línea sinuosa que se ve en la parte baja, y que va acompañada de una serie irregular de pequeñas impresiones acutiformes,

con todo el aspecto de dientes, sobre todo en la fig. 4.^a, página 35, que es donde están más marcados. Pero el estar

tan cerca del borde posterior del cráneo da lugar a duda, por no ser éste el sitio de la boca, a menos de una gran dislocación. Además, la forma recta, propia de un diente simple, no es la de los dientes del género *Hybodus*, que son compuestos, y constan de una punta central y dos o tres denticulos laterales.

El paleontólogo citado opina que ha habido aquí una deformación considerable, y añade que el ser los dientes aparentemente simples puede tener su explicación en lo imperfecto de la impresión, que no traduzca su forma verdadera. He tra-

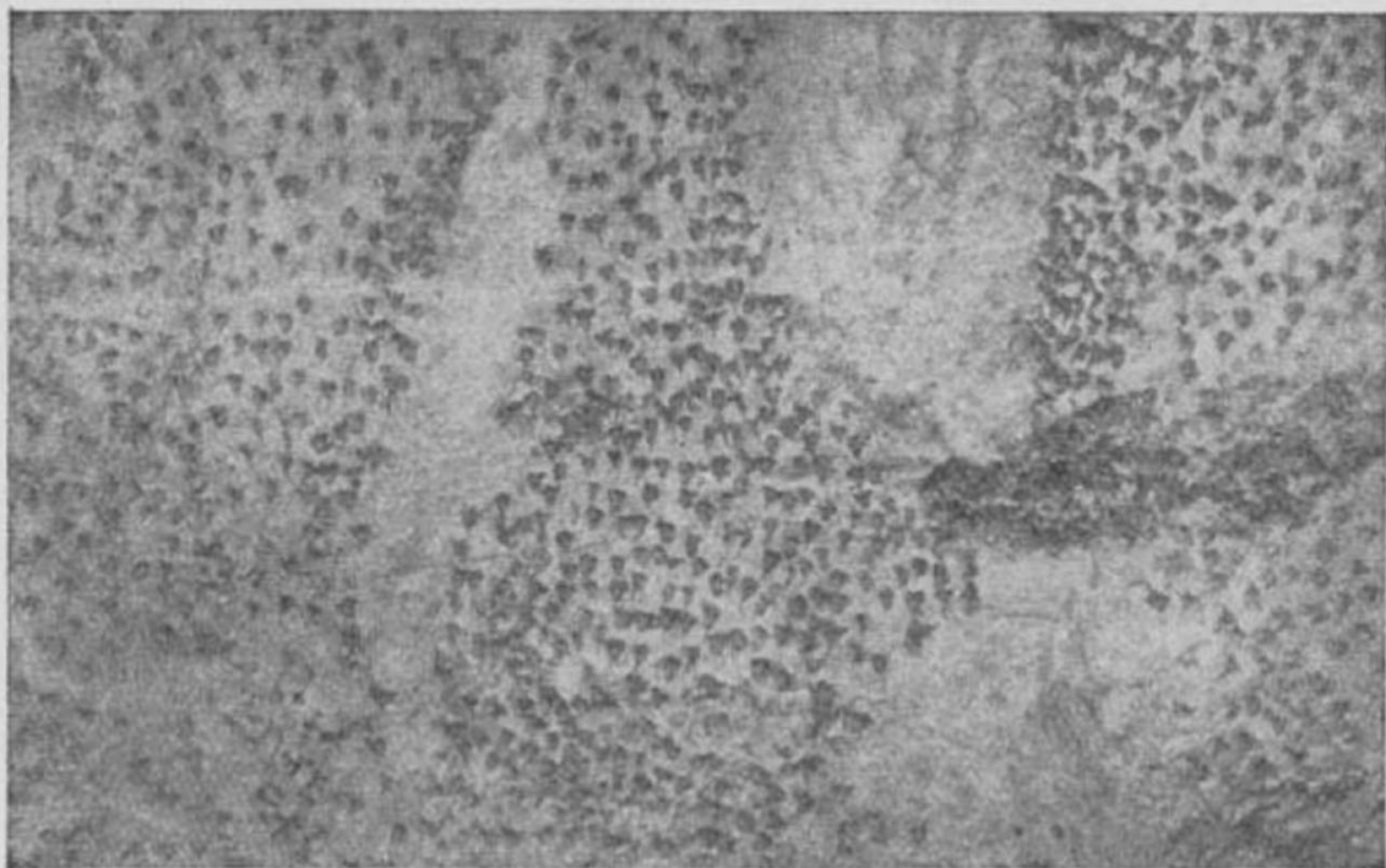


Fig. 6.^a—*Hybodus Woodwardi*, nov. sp. Tubérculos de la piel, 6/1.

tado de preparar algunos dientes para descubrir si existe algún denticulo en el espacio intermedio, pero sin resultado; si les hubo, es de creer que sólo habría uno a cada lado del diente principal, en atención a la pequeña distancia que los separa. De todos modos, el ser las coronas de estos dientes elevadas, recuerda las del *M. basanus*, del Vealdense, mejor que las de forma abatida de *M. Fraasi*, *M. obtusus* y otros.

La piel ha dejado en muchos puntos el aspecto de una superficie finamente granuda, como la que se conoce con el nombre de *chagrin*, detalle que se ve mejor en la fig. 4.^a página 35, que en la lámina II, pero vista bajo un aumento de seis veces, según se representa en la fig. 6.^a adjunta, se nota que

tan cerca del borde posterior del cráneo da lugar a duda, por no ser éste el sitio de la boca, a menos de una gran dislocación. Además, la forma recta, propia de un diente simple, no es la de los dientes del género *Hybodus*, que son compuestos, y constan de una punta central y dos o tres denticulos laterales.

El paleontólogo citado opina que ha habido aquí una deformación considerable, y añade que el ser los dientes aparentemente simples puede tener su explicación en lo imperfecto de la impresión, que no traduzca su forma verdadera. He tra-

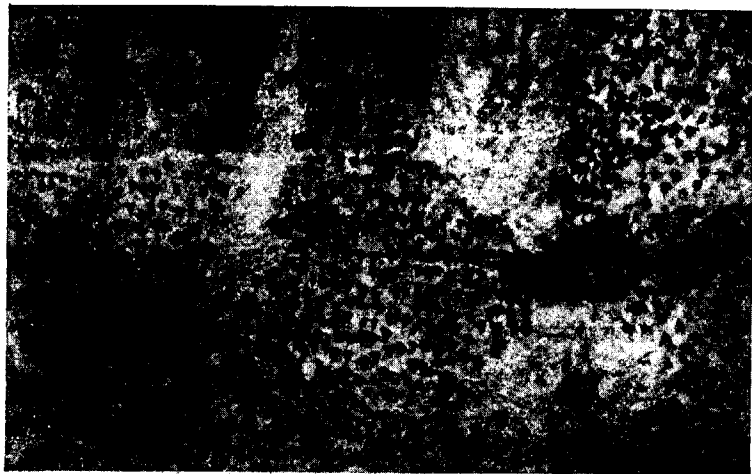


Fig. 6.^a—*Hybodus Woodwardi*, nov. sp. Tubérculos de la piel, 6/1.

tado de preparar algunos dientes para descubrir si existe algún denticulo en el espacio intermedio, pero sin resultado; si les hubo, es de creer que sólo habría uno a cada lado del diente principal, en atención a la pequeña distancia que los separa. De todos modos, el ser las coronas de estos dientes elevadas, recuerda las del *M. basanus*, del Vealdense, mejor que las de forma abateda de *M. Fraasi*, *M. obtusus* y otros.

La piel ha dejado en muchos puntos el aspecto de una superficie finamente granuda, como la que se conoce con el nombre de *chagrin*, detalle que se ve mejor en la fig. 4.^a página 35, que en la lámina II, pero vista bajo un aumento de seis veces, según se representa en la fig. 6.^a adjunta, se nota que

estos granos son pequeños tubérculos de forma cónica, inclinados hacia atrás, de cuyo ápice sale una punta fina ó diminuto aguijón que se ha conservado en muchos de ellos, y cuya longitud, a veces, es como la altura del tubérculo. En una superficie de un milímetro cuadrado se cuentan de 12 a 16 tubérculos.

Este ejemplar pertenece, sin la menor duda, a una nueva especie, que dedico al eminente Director del Museo de Historia Natural de Londres, M. Arturo Smith Woodward, hoy Presidente de la *Geological Society*.

Su característica es la siguiente:

Púa de 95 milímetros de largo, ligeramente arqueada hacia atrás, haciendo una flecha de cinco milímetros el borde dentado; de grosor creciente con regularidad desde sus dos extremos hasta el medio de su longitud, donde es de 10 milímetros. Sección algo aplanada. Superficie cubierta en su mitad alta de finas estrías longitudinales. En la parte posterior bajan á lo largo de la mitad de la púa dos series de dientes pequeños encorvados hacia abajo, tan próximas entre sí, que no pueden individualizarse de otro modo que ocupando los dientes de una y otra sitios alternos en una serie aparentemente única.

La boca estaba armada de dientes cónicos, agudos, rectos, separados uno de otro por un intervalo aproximadamente igual a su grueso, lo cual permite creer que si llevaban denticulos laterales habría a lo más uno a cada lado del central.

La piel estaba cubierta de pequeños tubérculos cónicos inclinados hacia atrás, terminados en una fina punta ó aguijón en número de 12 a 16 por milímetro cuadrado.

Megalurus Sauvagei, nov. sp.

Página 40, fig. 7.^a—Vaciado en yeso, tamaño natural.

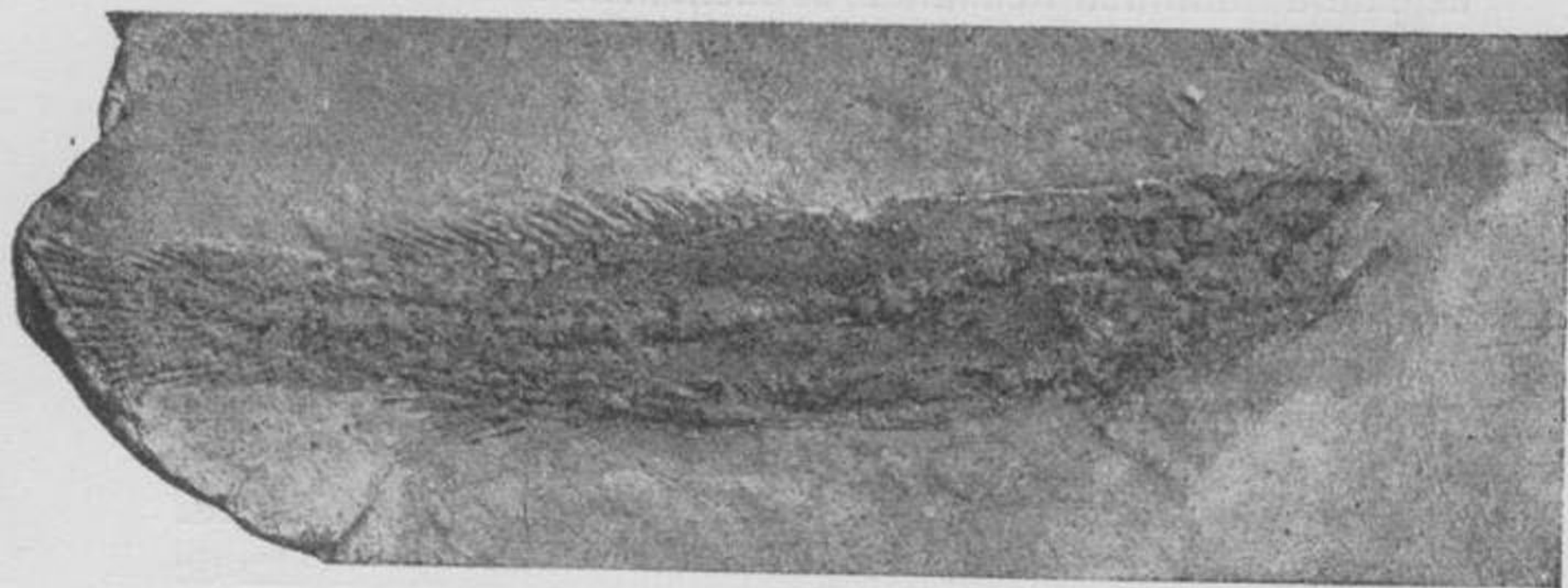


Fig. 7.^a—*Megalurus Sauvagei*, nov. sp., vaciado en yeso, tamaño natural.

El fotograbado es reproducción de un moldeado en yeso, por hallarse en hueco la impresión del fósil en la caliza litográfica.

Tiene una figura alargada, con una longitud de 105 milímetros y una altura de 20 milímetros. Le falta una pequeña parte en el extremo de la aleta caudal, que debió ser redondeada, con lo que su longitud real sería 110 milímetros.

La cabeza ocupa casi el $\frac{1}{5}$ de la longitud total, pero el estado de conservación del ejemplar no permite detallar en ella órganos importantes.

La columna vertebral se compone de vértebras lisas, en número de seis por centímetro, y en su extremidad posterior se encorva, elevándose para alojarse en la parte superior de la aleta caudal. Esta se compone de unos 20 gruesos radios, de los cuales sólo cinco o seis nacen encima de la terminación de la columna vertebral; los restantes se encuentran debajo de ésta.

La aleta dorsal ofrece la particularidad de tener una longitud de cerca de 40 milímetros, empezando poco antes de la mitad del cuerpo, y formándose toda ella con gruesos radios, en número de unos 22, de longitud constante, de unos cinco milímetros; de modo que es mucho más alargada que en las espe-

Megalurus Sauvagei, nov. sp.

Página 40, fig. 7.^a—Vaciado en yeso, tamaño natural.



Fig. 7.^a—*Megalurus Sauvagei*, nov. sp., vaciado en yeso, tamaño natural.

El fotograbado es reproducción de un moldeado en yeso, por hallarse en hueco la impresión del fósil en la caliza litográfica.

Tiene una figura alargada, con una longitud de 105 milímetros y una altura de 20 milímetros. Le falta una pequeña parte en el extremo de la aleta caudal, que debió ser redondeada, con lo que su longitud real sería 110 milímetros.

La cabeza ocupa casi el $\frac{1}{5}$ de la longitud total, pero el estado de conservación del ejemplar no permite detallar en ella órganos importantes.

La columna vertebral se compone de vértebras lisas, en número de seis por centímetro, y en su extremidad posterior se encorva, elevándose para alojarse en la parte superior de la aleta caudal. Esta se compone de unos 20 gruesos radios, de los cuales sólo cinco o seis nacen encima de la terminación de la columna vertebral; los restantes se encuentran debajo de ésta.

La aleta dorsal ofrece la particularidad de tener una longitud de cerca de 40 milímetros, empezando poco antes de la mitad del cuerpo, y formándose toda ella con gruesos radios, en número de unos 22, de longitud constante, de unos cinco milímetros; de modo que es mucho más alargada que en las espe-

cies de este género, y no presenta la figura triangular que suele tener.

Las aletas pectorales son pequeñas. Las ventrales parece que habrán desaparecido accidentalmente en la fosilización. La anal es pequeña y acaba frente a la terminación de la dorsal.

Según M. Woodward, sólo a dos géneros podía referirse este fósil: al *Amiopsis* ó al *Megalurus*. El primero tiene vértebras acanaladas, y el segundo lisas; pero aunque es difícil distinguir este detalle, dada la imperfección del ejemplar, no me parece que hubiese dejado de quedar algún indicio de los surcos ó de las costillas longitudinales en los costados de las vértebras si los hubiese habido. Tienen todo el aspecto de haber sido lisas, y por esto coloco este fósil entre los *Megalurus*, a pesar de que la gran extensión de la aleta dorsal separa esta especie de todas las demás conocidas, por lo cual constituye un detalle característico suficiente para la determinación de una especie nueva.

El *M. Woodwardi*, Sauvage, de esta misma localidad, es muy poco más corto, pero algo más alto, y su aleta dorsal es triangular y mucho menos extensa.

La dedico al sabio paleontologista francés Dr. Emile Sauvage, Director de la *Station aquicole* de Boulogne-sur-mer.

REPTILES

Género *Meyasaurus*, Vidal, 1915.

Meyasaurus Faurae, nov. sp.

Lámina III, fig. 1.^a—Ejemplar de tamaño natural.
Lámina IV.—El mismo ejemplar en tamaño doble.

Este fósil consiste en la parte anterior de un pequeño reptil implantado en una laja de caliza litográfica, y se compone de la cabeza, el tórax y parte de la región ventral, con las dos extremidades delanteras. Se halla tendido de costado y visto por el lado derecho.

Aunque la cabeza está muy aplastada e incompleta, permite conocer que se trata de un reptil de cráneo alargado y cuello corto. Las extremidades delanteras son pentadáctilas.

Estos datos y algunos más que iré presentando nos permitirán deducir el *orden* y la *familia* á que corresponde. Por desgracia, las vértebras, cuya configuración es importante en la clasificación de los reptiles, están muy aplastadas, y no hay ninguna libre para poder examinar en ella las dos superficies de contacto. Así, he tenido que seccionar una pequeña porción de la columna vertebral, con lo que he reconocido que las vértebras son marcadamente *anfícelas* (cóncavas por las dos caras). La forma de sus apófisis transversas y espinosas, es imposible conocerla a causa del estado del ejemplar. Las costillas que en ellas se apoyan están articuladas por medio de una sola cabeza, lo mismo en la parte alta que en la parte baja del tórax. Se cuentan en total 12 costillas en esta región. En la ventral se ven tres menos gruesas, más pequeñas, y la impresión de otras tres que han desaparecido durante la fosilización, como ha pasado con otros varios huesos de este mismo fósil.

A juzgar por las dimensiones de las vértebras visibles, se puede calcular que eran cuatro o cinco las cervicales y 12 las torácicas, no pudiéndose por lo incompleto del fósil saber el número de las restantes.

De las patas delanteras, la más baja, cuyos dedos aparecen separados, corresponde al lado izquierdo; pues si bien todos los demás huesos de este miembro han desaparecido, se ve en las impresiones que han quedado del radio y del cúbito, que la impresión dejada también por alguna costilla desaparecida, pasa *por encima* de aquéllas. El carpo y los metacarpianos faltan asimismo, y sólo quedan los dedos, en los cuales puede notarse que están todos provistos de uñas agudas. El número de falanges resulta ser 2, 3, 4, 5 y ¿3?, siguiendo el orden de los dedos, pero en el último es dudoso.

La pata torácica del lado derecho tiene los dedos reunidos, pero sus extremidades están mutiladas y no se pueden examinar. Se conservan los metacarpianos y el radio. Del cúbito sólo queda la mitad inferior, que muestra ser poco más grueso que el radio. Por la impresión que el húmero ha dejado, parece deducirse que era robusto y muy ensanchado en sus dos extremos.

La cintura escapular se encuentra muy destrozada; del omoplato, fuertemente deformado, no puede conocerse su figura y dimensión.

La forma completa del cráneo es imposible de reconocer; es evidente, sin embargo, que el hocico era muy prolongado, a juzgar por el trozo que se conserva del maxilar superior, y además, que la unión de éste con la región frontal no se efectuaba suavemente, sino de un modo brusco.

Del maxilar inferior sólo queda debajo del cráneo un fragmento de la región articular.

Este ejemplar presenta la particularidad de conservar restos de lo que constituía su alimentación. En la región ventral, invadiendo un poco la región torácica, se ven enredados con las más bajas costillas, un cúmulo de huesecitos que consisten en pequeñas vértebras y finas y numerosas espinas, pertenecientes, sin género de duda, a un pequeño pez, pues se distinguen en la parte baja las dos extremidades de una aleta caudal.

Esto podía hacer creer que el reptil era anfibio, pero es sabido que muchos reptiles terrestres son buenos nadadores; y en el que nos ocupa, su largo hocico debía facilitarle el hacer presa dentro del agua. Además, por tener los cinco dedos de sus extremidades torácicas armados de uñas, queda separado del orden de los *Crocodylidos* (entre los cuales podía suponersele por el género de su alimentación, haciendo parte del suborden *Eusuchidos*, sección *Longirostros* por su cráneo de forma alargada), toda vez que éstos no las tienen más que en tres dedos de cada pie.

Para su colocación en la numerosa clase de los reptiles, son concluyentes los datos que van apuntados, aunque sean poco abundosos. Sus vértebras anfícelas, las costillas de una sola cabeza, al tener costillas ventrales, y ser sus extremidades pentadáctilas, lo colocan en el orden de los *Rhynchocephálidos*, importante grupo de formas parecidas a los lagartos, que tiene muchos representantes en el jurásico superior.

De las varias familias que entran en este orden se excluyen desde luego los *Rhynchosauridos*, formas en extremo diferentes de la nuestra, y propias de tramos más antiguos, como es el triás: los *Protosauridos*, por tener sus costillas ventrales formadas por muchas pequeñas y delgadas varillas óseas, mientras que en nuestro fósil son espaciadas y relativamente robustas; y los *Mesosauridos*, formas arcaicas del carbonífero, por tener éstas los huesos del antebrazo separados, siendo así que

en el nuestro están juntos: y si bien en la fig. 1.^a, lám. III el cúbito y el radio del antebrazo derecho parecen separados en su articulación con el carpo, esto debe atribuirse a dislocación por efecto de la compresión, puesto que en el antebrazo izquierdo las impresiones que han dejado estos huesos en la caliza no ofrecen separación alguna.

Quedan dos familias: la de los *Champsosauridos* y la de los *Sphenodontidos*: en la primera podría entrar por tener el cráneo muy prolongado; mas en ella las vértebras son *platycælas*; de modo que sólo cabe su colocación entre los *Sphenodontidos*, en la que, si bien no hay ningún género que tenga el cráneo tan prolongado como el que estudiamos, no hay, ó por lo menos no parece haber en nuestro reptil, detalles de carácter genérico en oposición con los que caracterizan á dicha familia.

Recordemos además que, a pesar del aplastamiento e imperfección del ejemplar en la región craneana, el presentarse la cabeza de costado enseña que la unión del hocico con la parte frontal no se hacía en forma de pendiente suave, sino con un marcado resalto.

Así es que es lícito admitir que el fósil de Santa María de Meyá pertenece a un género nuevo de la familia de los *Sphenodontidos*, que se distinguiría por la *figura alargada del cráneo, presentando un fuerte resalto en la unión del hocico con los huesos frontales*, al cual denominaré *Mezasaurus*.

La característica del nuevo reptil, que dedico al joven geólogo Rdo. Mariano Faura, quien lo descubrió, será la siguiente:

***Mezasaurus Fauræ*, nov. sp.**

Reptil de pequeñas dimensiones. Cráneo muy prolongado, que tiene casi la longitud del brazo y del antebrazo sumados, correspondiendo los dos tercios de esta longitud al hocico.

La unión de la región frontal con éste presenta un marcado resalto. Cuello corto; de 4 á 5 vértebras cervicales; 12 vértebras dorsales, anficelas. Patas delanteras fuertes: 5 dedos, largos y armados de uñas; falanges: 2, 3, 4, 5 y ¿3? Costillas torácicas en número de 12, de una sola cabeza. Costillas ventrales espaciadas.

***Alligatorium Depereti*, nov. sp.**

Lámina V.—Cráneo visto por debajo, tamaño natural.

Lámina VI.—Ejemplar del reptil en tamaño natural.

Pág. 46, fig. 8.^a—Estructura de la parte superior del cráneo, tamaño triple.

Pág. 49, fig. 9.^a—Placas óseas de la columna vertebral, tamaño triple.

Pág. 50, fig. 10.^a—Cintura escapular, tamaño natural.

El bello ejemplar que paso a describir está implantado en una laja de caliza litográfica, y mide 53 centímetros de longitud por 21 centímetros de ancho. Está visto por la parte dorsal. Del lado vertical sólo ha sido posible reconocer la parte inferior del cráneo, pieza que, a pesar de su aplastamiento, conseguí des- prender de la caliza.

Gracias a esto y a una preparación cuidadosa que me ha permitido descubrir la forma de las costillas y la de las cuatro extremidades, este reptil que, a primera vista, parecía un *Rhynchocephalido* ó un *Lacertilido*, viene a clasificarse entre los *Crocodilidos*, suborden *Eusuchidos*, sección *Brevirostros*, familia *Atoposauridos*.

Tiene los caracteres, generales en los *Crocodilidos*, de ser sus vértebras anficelas; es decir, cóncavas por las dos caras; de llevar dos cabezas la parte articular de las costillas; de tener cinco dedos las extremidades delanteras y cuatro las abdominales, llevando uñas sólo tres de cada extremidad, y de estar los dientes alojados en alveolos.

Cráneo.—Es de forma triangular, de 57 milímetros de largo por 38 milímetros de ancho en la parte occipital. Los costados son ligeramente ondulados, y termina el hocico en forma roma. Pero el ancho de la cabeza debió ser menor en el animal que el que he consignado, porque hubo de aumentar algo con el aplastamiento, según veremos.

Las órbitas son grandes, de 11 milímetros de diámetro, sub-semicirculares, siendo casi recto su borde inferior, que apoya en el maxilar y en el yugal.

Las fosetas temporales superiores son circulares, de cinco milímetros de diámetro. Las inferiores son alargadas horizontalmente, teniendo por delante la forma y magnitud de las superiores, y acabando en punta por atrás; el puente óseo que sube

desde el yugal al postfrontal, las separa de las cavidades orbitarias.

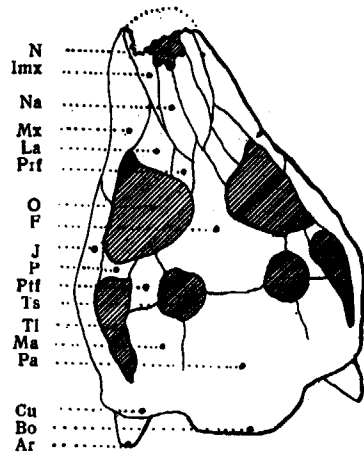


Fig. 8.ª - Cráneo de *Alligatorium Deperetti*, Vidal, tamaño natural.

N, Fosas nasales.—Imx, Hueso intermaxilar.—Na, Hueso nasal.—Mx, Maxilar superior.—La, Lacrimal.—Prf, Prefrontal.—O, Órbita.—F, Frontal.—J, Yugal.—P, Puente óseo que separa la órbita de la foseta temporal lateral.—Ptl, Postfrontal.—Ts, Foseta temporal superior.—Tl, Foseta temporal lateral.—Ma, Mastoides.—Pa, Parietal.—Cu, Cuadrado.—Bo, Base occipital.—Ar, Articular de la mandíbula inferior.

Las fosas nasales se hallan reunidas en una sola cavidad abierta hacia arriba, de perímetro ondulado, de unos cinco milímetros de diámetro, sin que los huesos nasales, que llegan hasta el borde de ésta, se prolonguen para dividirla en dos, como pasa en las otras especies de este género. Esto no puede atribuirse a que haya desaparecido accidentalmente el tabique divisorio, porque el borde de la cavidad nasal se presenta limpio, sin aspecto de fractura, y se ve que cada uno de los dos huesos nasales, al llegar a dicho borde, muestra en su medio un lóbulo ligeramente saliente, de modo que la sutura de unión de ambos huesos ofrece una escotadura entre estos dos lóbulos, simétricamente situados, lo cual aleja la idea de que haya habido aquí ningún tabique.

Los intermaxilares, bordeando el restante perímetro de la fosa nasal, avanzan en punta por el costado de los huesos nasales hasta más de la mitad de la longitud de éstos.

En la figura 8.ª, página 46, se han podido marcar las sutu-

ras de los huesos de la parte delantera del cráneo. Las de la parte alta del mismo son difícilmente determinables; las de la parte occipital no se pueden señalar.

Toda la superficie está provista de finos y diminutos poros, que, sobre todo en el hueso frontal, son algo alargados.

La parte inferior del cráneo, que se ve ampliada tres veces en la lámina V, suministra datos importantes.

En primer lugar se observa que los dos maxilares inferiores, de forma recta, han dejado en la caliza, no sólo la impresión, sino parte del extremo articular del hueso, por haberse roto éste en la preparación. Se nota también que la sínfisis, o sea la unión de los dos maxilares inferiores en el extremo bucal, está rota y abierta en ángulo, lo cual enseña que esta rotura es debida, durante la fosilización, al aplastamiento que sufrió el cráneo, el cual, arrastrando consigo los cóndilos articulares, y por lo tanto, los dos huesos maxilares inferiores, determinó la separación y consiguiente abertura de la sínfisis, pudiéndose calcular que el ancho que tenía el cráneo en su parte posterior no pasaba de 30 milímetros.

Otro efecto de este aplastamiento ha sido en el maxilar superior ensancharse la extremidad del hocico, envolviendo al extremo del maxilar inferior, de modo que la parte inferior de los maxilares superiores ha quedado, gracias a esto, visible; y si bien hay que lamentar que durante la preparación haya desaparecido por rotura una pequeña parte delantera del hocico, que comprende un trozo del premaxilar superior, puede, afortunadamente, reconocerse la cresta dentaria del extremo maxilar superior izquierdo, donde se conservan tres dientes y los alveolos de otros cuatro en una longitud de 30 milímetros en la figura, que son 10 milímetros en el original; resultando cada diente distante del anterior poco más de uno y medio milímetros. Estos dientes diminutos son cónicos, agudos, encorvados hacia atrás, y tienen de largo un milímetro escaso y un tercio de milímetro de grueso máximo. Los demás dientes han desaparecido del maxilar.

Región cervical.—Las vértebras de esta sección han desaparecido, no quedando del atlas ni de las demás sino la impresión y algún fragmento informe. Se cuentan siete vértebras cervicales, ocupando en total una longitud de 55 milímetros.

Región torácica.—Está formada por nueve vértebras, en las

que se articulan nueve costillas. Las vértebras, por estar sembradas de trozos de las placas óseas que cubrían el cuerpo, no dejan ver las apófisis espinosas; pero las transversas se ven bien casi todas. Estas últimas son planas, de bordes rectos, casi paralelos, con un ancho máximo de cinco milímetros, y su longitud aumenta desde las más altas a las más bajas, alcanzando en éstas desde uno a otro costado de la columna vertebral transversalmente una longitud total de 35 milímetros a lo sumo, para ir luego disminuyendo.

Las costillas se articulan en las apófisis transversas de las vértebras por medio de dos cabezas escalonadas, y de su extremo libre arrancan los cartílagos que las enlazan con el esternón invisible, pero que se han conservado en forma de largas fajas curvas granujientas de unos dos á tres milímetros de ancho.

Región pelviana.—Desde las últimas vértebras torácicas se cuentan ocho pelvianas hasta llegar a la región caudal, y han quedado unidas a ellas trozos de delgadas costillas cortas que formaban el conjunto de *costillas ventrales*.

Región caudal.—Se cuentan más de 20 vértebras formando la cola del reptil, y todas ellas muestran apófisis transversas semejantes a las anteriores, pero cuyas dimensiones van decreciendo progresivamente con el tamaño de las vértebras.

Nótase en esta porción del fósil, por los alrededores de la cola, un gran número de impresiones en relieve, estrechas, de forma acicular, de unos siete milímetros de longitud, todas orientadas en el sentido del largo. La gran semejanza que los *crocodilidos* tienen con los *lacertilidos*, hizo que, mientras no tuvo el fósil la preparación suficiente para su clasificación, pareciesen dichas impresiones restos de *púas* que debieron cubrir la piel del reptil, como sucede en ciertos lacertilidos, las cuales, al desprenderse, quedaron por la fosilización cubiertas con una delgada cutícula caliza. Pero este revestimiento de púas córneas no se encuentra en los crocodilidos, y, efectivamente, habiendo levantado una porción de la fina cubierta caliza que las oculta, pude reconocer que no son otra cosa que fragmentos de las *placas* que cubrían la piel, y de las cuales se encuentran restos visibles a lo largo de la columna vertebral.

Placas óseas.—Estas placas eran alargadas; tienen ahora unos siete a ocho milímetros de largo, y de ancho unos cinco milímetros; pero debían ser algo mayores, e iban provistas de una quilla poco pronunciada en su medio, en el sentido longitudinal. Se las ve a ambos lados de la columna vertebral, y, según es sabido que sucede en los crocodilidos, debieron ser en número igual al de las vértebras, puesto que se conserva una encima de cada apófisis transversa correspondiente y casi en el sitio que ocupaba en el animal (página 49, fig. 9.^a y lámina VI.

Su superficie es rugosa, por llevar poros profundos en número de cinco ó seis a lo largo de cada placa; y debían ser de bordes delgados, por cuanto todas están corroídas en sus contornos y han adquirido una forma lanceolada, no apareciendo en ninguna la figura marcadamente rectangular que debie

Fig. 9.^a—Trozo de columna vertebral del *Alligatorium Deperetti*, compuesto de cinco vértebras con cinco placas óseas del lado derecho, aumento 3 : 1.



Fig. 9.^a—Trozo de columna vertebral del *Alligatorium Depereti*, compuesto de cinco vértebras con cinco placas óseas del lado derecho, aumento 3 : 1.

Placas óseas.—Estas placas eran alargadas; tienen ahora unos siete a ocho milímetros de largo, y de ancho unos cinco milímetros; pero debían ser algo mayores, e iban provistas de una quilla poco pronunciada en su medio, en el sentido longitudinal. Se las ve a ambos lados de la columna vertebral, y, según es sabido que sucede en los crocodilidos, debieron ser en número igual al de las vértebras, puesto que se conserva una encima de cada apófisis transversa correspondiente y casi en el sitio que ocupaba en el animal (página 49, fig. 9.^a y lámina VI.

Su superficie es rugosa, por llevar poros profundos en número de cinco ó seis a lo largo de cada placa; y debían ser de bordes delgados, por cuanto todas están corroídas en sus contornos y han adquirido una forma lanceolada, no apareciendo en ninguna la figura marcadamente rectangular que debie

ron tener. De todos modos, y prescindiendo del pequeño cubrimiento que cada placa tendría sobre la siguiente, como su número era igual al de las vértebras, puede admitirse que la longitud de cada una era de unos 10 milímetros. Sus quillas, aunque poco acentuadas, formaban a lo largo de la columna vertebral dos aristas que se continuaban siguiendo la cola, y son los restos angulosos de estas placas sueltas los que se destacan en la región caudal a través del débil manto calizo, semejando *púas*.

Cintura escapular.—De este aparato, junto a la primera vértebra torácica, y a cada lado de ella, se reconoce el *coracoide*,



Fig. 10.ª—Cintura escapular del *Alligatorium Depereti*. tamaño natural.
V, columna vertebral.
C, coracoide.
a, agujero para el paso de los vasos sanguíneos.
O, omoplato.

de forma plana ensanchada en su extremo, y provisto del agujero para el paso de vasos sanguíneos, el cual es de forma oblonga, midiendo cuatro milímetros de largo por dos milímetros de ancho en el hueso del

lado izquierdo. El agujero del lado derecho está en parte oculto por una incrustación. Con el *coracoide* se empalma por una articulación casi rectilínea el *omoplato* que en ambos costados está incompleto por rotura de la porción distal.

Extremidades torácicas.—El *húmero* es robusto, un poco curvo en S, fuertemente ensanchado en sus extremos, sobre todo en la articulación con el antebrazo.

El *cúbito* es mucho más grueso que el *radio*, y un poco más largo; y ambos más cortos que el *húmero*.

Del *carpo* no es posible distinguir los huesos descoyuntados.

El pie anterior consta de cinco dedos, de los cuales sólo tienen uñas los tres primeros.

Los *metacarpianos* son un tercio más cortos que los dedos, los cuales constan de las siguientes falanges desde el lado radial al lado cubital: 3, 3, 4, 4, 3.

Cintura pelviana.—En esta región no se pueden distinguir los diversos huesos, exceptuando el *ileon* del costado derecho que está casi completo, pero muy triturado, y parte del *ileon* izquierdo.

Extremidades abdominales.—El *femur* es largo, fuerte, algo encorvado en S, no tan ensanchado en sus extremos como el *húmero*.

La *tibia* y el *peroné*, lejos de ser huesos delgados, como en la generalidad de los *crocodilidos*, son fuertes, principalmente la tibia, que es gruesa más del doble que el *peroné*.

La total longitud de una extremidad abdominal, sin contar el pie, es de 97 milímetros; bastante mayor que la de la torácica, que es de 70 milímetros.

En el *tarso* se reconoce por su tamaño el *calcáneo* ó *peroneal*, de forma subtriangular, sin poderse distinguir el muñón que suele suplir en estos reptiles al quinto dedo. Los demás huesos de la articulación, *astragaloscafoide* y *cuboide*, se conservan; pero no se destacan con suficiente claridad.

El *pie posterior* consta de cuatro dedos. Componen el *metatarso* cuatro largos huesos, casi de igual tamaño todos, y cuya longitud es mayor que la de los *metacarpianos* y dedos sumados de las extremidades torácicas. Son hasta un poco más largos que los dedos mayores de la misma extremidad posterior; de modo que las patas abdominales resultan más del doble largas que las anteriores.

Los cuatro dedos son especialmente robustos, y tres de ellos van provistos de largas uñas. El número de falanges, marchando desde la tibia al peroné, es 2, 3, 4, 4. Estas se pueden contar bien en la pata derecha, pues en la izquierda los dedos tercero y cuarto tienen algo mutilados sus extremos.

Esta descripción confirma la clasificación que he apuntado; colocando el reptil en la familia de los *atoposauridos*, de la cual sólo difiere en el carácter de no tener las fosas nasales divididas por los huesos nasales prolongados. Pero reuniéndose en él todos los demás caracteres, puede considerarse tal circunstancia como un detalle no esencial y más propio de la especie que del género.

En esta familia se conocen tres géneros, que son: *Alligatorium*, *Alligatorellus* y *Atoposaurus*. El primero se ajusta muy bien por su característica a nuestro fósil; pero de las dos especies encontradas, una en Cerin (Francia), y otra en Poiten (Baviera), la primera, que es *A. Meyeri*, Jourdan, es un reptil pequeño, incompleto, y tiene el cráneo cubierto de esculturas en

relieve. En el cráneo del nuestro, a pesar de ser mucho mayor, no se ven esculturas, sino sólo diminutos poros. La otra especie hallada en Baviera, la da Zittel como *probablemente* del mismo género; pero, comparada con nuestro reptil, presenta aún mayores diferencias que el *A. Meyeri*. Su cráneo lleva profundos adornos en fosetas; las órbitas, redondeadas y dirigidas algo lateralmente, tienen más del doble de la dimensión de las fosas temporales superiores, que son ovaladas. En el nuestro estas últimas son circulares, y más de cuatro veces menores que las órbitas, cuyo contorno, rectilíneo en su base, difiere mucho de las órbitas del reptil alemán. Además, en éste las placas óseas son grandes y rectangulares transversalmente, mientras que en el nuestro son pequeñas y rectangulares a lo largo.

En cuanto a los géneros *Alligatorellus* y *Atoposaurus*, el primero es de cuello mucho más corto que el nuestro, y la división de la fosa nasal en dos fosetas es marcada. El segundo carece de placas óseas en el dorso.

Por lo tanto, el reptil que acabamos de describir pertenece a una especie nueva, que me complazco en dedicar al ilustre paleontólogo de Lyon, decano de aquella Facultad de Ciencias, M. Charles Depéret; su característica es la siguiente:

Alligatorium Depereti, nov. sp.

Cabeza pequeña triangular. Hocico corto terminando en punta roma. Bordes del cráneo ligeramente ondulados. Fosas temporales superiores, pequeñas, circulares. Órbitas de superficie cuatro veces mayor que aquéllas, y de contorno casi recto en la parte baja. Fosas nasales reunidas en una sola, sin ser divididas por prolongación alguna de los huesos nasales. Dientes minúsculos, cónicos y encorvados hacia atrás, implantados en alveolos. Cuello compuesto de siete vértebras. Región torácica de nueve vértebras y región pelviana de ocho. Región caudal tan larga como el resto del cuerpo, y conteniendo por lo menos 20 vértebras. Extremidades anteriores más cortas que las posteriores. Huesos de estos órganos, robustos, sobre todo los abdominales. Piel cubierta de pequeñas placas óseas llenas de poros, de forma rectangular y alargada en el sentido de la columna ver-

tebrai, estrechas, delgadas en sus bordes, y abultadas en forma de quilla en su medio.

Ichtyosaurus..... sp.

Página 53, fig. 11.^a—Coprolito, tamaño natural.

El único resto encontrado de estos grandes reptiles nadadores es un coprolito de 55 milímetros de largo por 25 milímetros de grueso, dimensiones sensiblemente iguales a las que tienen los que abundan en el lías superior de Inglaterra. En toda la superficie se distinguen bien los surcos transversales que proceden de las vueltas espirales del canal intestinal.

En la Memoria de M. Sauvage sobre los peces de la caliza de Santa María de Meyá, menciona este ejemplar que le envié con ellos, pero no fué figurado, por lo cual lo hago ahora.

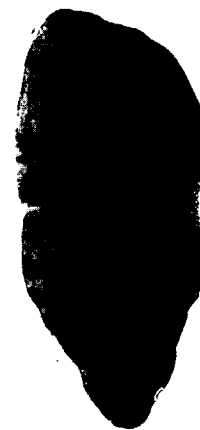


Fig. 11.^a—Coprolito de Ichthyosaurus, 1/1.

Huellas de pasos de.....?

Lamina III, fig. 2.^a—Pistas en la laja caliza, tamaño 1/6.

Página 54, fig. 12.^a—Porción de una pista, tamaño natural.

En una laja caliza de 80 centímetros en cuadro, y en algún otro fragmento, han aparecido señales de pasos de un animal, difíciles de reconocer, pero que presento porque no se parecen a ninguna de las que figuran en colecciones y Museos.

La pista consiste en una faja sinuosa de unos 30 milímetros de ancho, formada por dos filas paralelas de huellas que distan cada una unos 18 milímetros de su anterior.

Cada huella es doble, y la figura de cada mitad es curva, presentando ambas su convexidad hacia afuera. Pero en algunas se nota que la mitad que corresponde al lado exterior, muestra tres surcos finos, paralelos y más marcadamente encorvados, como si fuesen las trazas dejadas por uñas.

tebrai, estrechas, delgadas en sus bordes, y abultadas en forma de quilla en su medio.

Ichtyosaurus..... sp.

Página 53, fig. 11.^a—Coprolito, tamaño natural.



Fig. 11.^a—Coprolito de Ichthyosaurus, 1/1.

El único resto encontrado de estos grandes reptiles nadadores es un coprolito de 55 milímetros de largo por 25 milímetros de grueso, dimensiones sensiblemente iguales a las que tienen los que abundan en el liás superior de Inglaterra. En toda la superficie se distinguen bien los surcos transversales que proceden de las vueltas espirales del canal intestinal.

En la Memoria de M. Sauvage sobre los peces de la caliza de Santa María de Meyá, menciona este ejemplar que le envié con ellos, pero no fué figurado, por lo cual lo hago ahora.

Huellas de pasos de.....?

Lamina III, fig. 2.^a—Pistas en la laja caliza, tamaño 1/6.

Página 54, fig. 12.^a—Porción de una pista, tamaño natural.

En una laja caliza de 80 centímetros en cuadro, y en algún otro fragmento, han aparecido señales de pasos de un animal, difíciles de reconocer, pero que presento porque no se parecen a ninguna de las que figuran en colecciones y Museos.

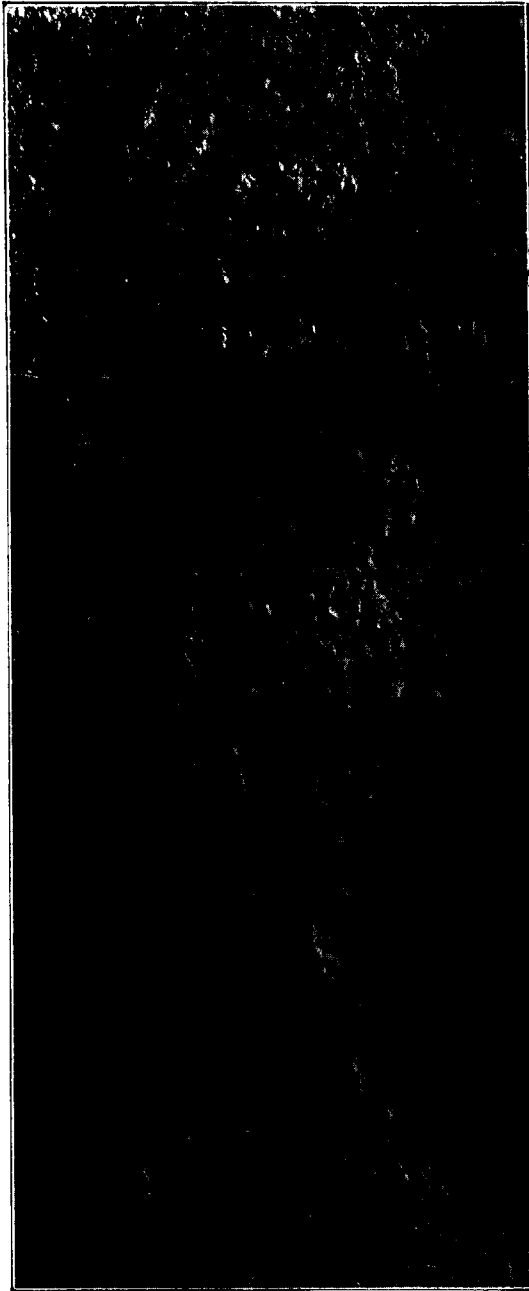
La pista consiste en una faja sinuosa de unos 30 milímetros de ancho, formada por dos filas paralelas de huellas que distan cada una unos 18 milímetros de su anterior.

Cada huella es doble, y la figura de cada mitad es curva, presentando ambas su convexidad hacia afuera. Pero en algunas se nota que la mitad que corresponde al lado exterior, muestra tres surcos finos, paralelos y más marcadamente encorvados, como si fuesen las trazas dejadas por uñas.



Fig. 12.^a—Huellas de pasos de.....? 1/1.

Ninguna huella revela francamente la forma del pie, lo cual hace pensar que sería un animal de poco peso, cuando no llegó a estampar la figura de la planta en el lodo, sobre todo si éste se hallaba ya, a su paso, algo endurecido. Compréndese desde luego que era pequeño por la poca separación de sus huellas; y si era un cuadrúpedo, como lo hace suponer el formar las huellas dos series paralelas, la huella primera y la tercera se podrán atribuir a la pata abdominal, y la segunda y cuarta a la torácica en cada serie, lo cual dará una longitud de paso de unos cuatro centímetros; pero siempre es de observar la poca igualdad de las impre-

Fig. 12.^a—Huellas de pasos de.....? 1/1.

Ninguna huella revela francamente la forma del pie, lo cual hace pensar que sería un animal de poco peso, cuando no llegó a estampar la figura de la planta en el lodo, sobre todo si éste se hallaba ya, a su paso, algo endurecido. Compréndese desde luego que era pequeño por la poca separación de sus huellas; y si era un cuadrúpedo, como lo hace suponer el formar las huellas dos series paralelas, la huella primera y la tercera se podrán atribuir a la pata abdominal, y la segunda y cuarta a la torácica en cada serie, lo cual dará una longitud de paso de unos cuatro centímetros; pero siempre es de observar la poca igualdad de las impre-

siones sucesivas, tanto si corresponden a los miembros anteriores, como a los posteriores. Queda, pues, por averiguar cual era ese pequeño animal terrestre, cuya pista revela que marchó sobre el fondo de origen marino en época de un descenso del nivel de las aguas.

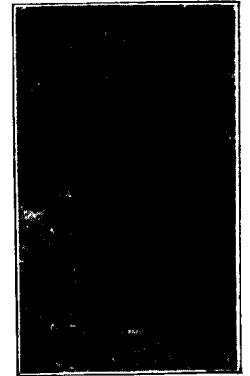
En las calizas litográficas de Baviera y del Jura meridional (Solenhofen y Cerin) no son raras las huellas de pasos, y sobre ellas dice Haug (op. cit.) "que la relativa frecuencia de pistas dejadas, sea por animales terrestres, como *Pterosauras* y *Archaeoptherix*, sea por animales acuáticos, como *Saccocoma* y *Limulus*, lanzados accidentalmente a la ribera por tempestades ó golpes de mar, enseña con toda evidencia que la superficie de las capas de lógamo se encontraba con frecuencia en seco, por causas meteorológicas o tectónicas." Pero a ninguno de estos animales es aplicable la pista de Santa María de Meyá.

INSECTOS

Coleóptero.....?

Página 55, fig. 13.^a, tamaño doble.

La figura adjunta representa, en tamaño doble del natural, una porción de un coleóptero, conservado en la caliza de Santa María de Meyá. A pesar de ser muy incompleto, por lo cual no se presta a determinación, he querido presentarlo por ser éste el único que ha aparecido en este yacimiento.

Fig. 13.^a—Coleóptero, 2/1

siones sucesivas, tanto si corresponden a los miembros anteriores, como a los posteriores. Queda, pues, por averiguar cual era ese pequeño animal terrestre, cuya pista revela que marchó sobre el fondo de origen marino en época de un descenso del nivel de las aguas.

En las calizas litográficas de Baviera y del Jura meridional (Solenhofen y Cerin) no son raras las huellas de pasos, y sobre ellas dice Haug (op. cit.) "que la relativa frecuencia de pistas dejadas, sea por animales terrestres, como *Pterosaurs* y *Archaeopteryx*, sea por animales acuáticos, como *Saccocoma* y *Limulus*, lanzados accidentalmente a la ribera por tempestades ó golpes de mar, enseña con toda evidencia que la superficie de las capas de légamo se encontraba con frecuencia en seco, por causas meteorológicas o tectónicas." Pero a ninguno de estos animales es aplicable la pista de Santa María de Meyá.

INSECTOS

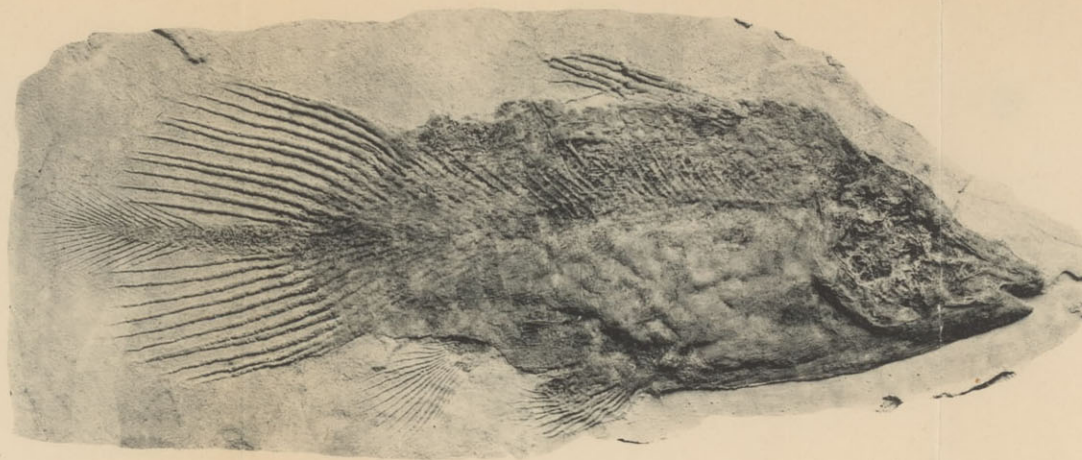
Coleóptero.....?

Página 55, fig. 13.^a, tamaño doble.

La figura adjunta representa, en tamaño doble del natural, una porción de un *coleóptero*, conservado en la caliza de Santa María de Meyá. A pesar de ser muy incompleto, por lo cual no se presta a determinación, he querido presentarlo por ser éste el único que ha aparecido en este yacimiento.



Fig. 13.^a — Coleóptero, 2/1



Clisé del autor.

Fig. 1.^a — *Undina penicillata*, Münster, $\frac{1}{2}$

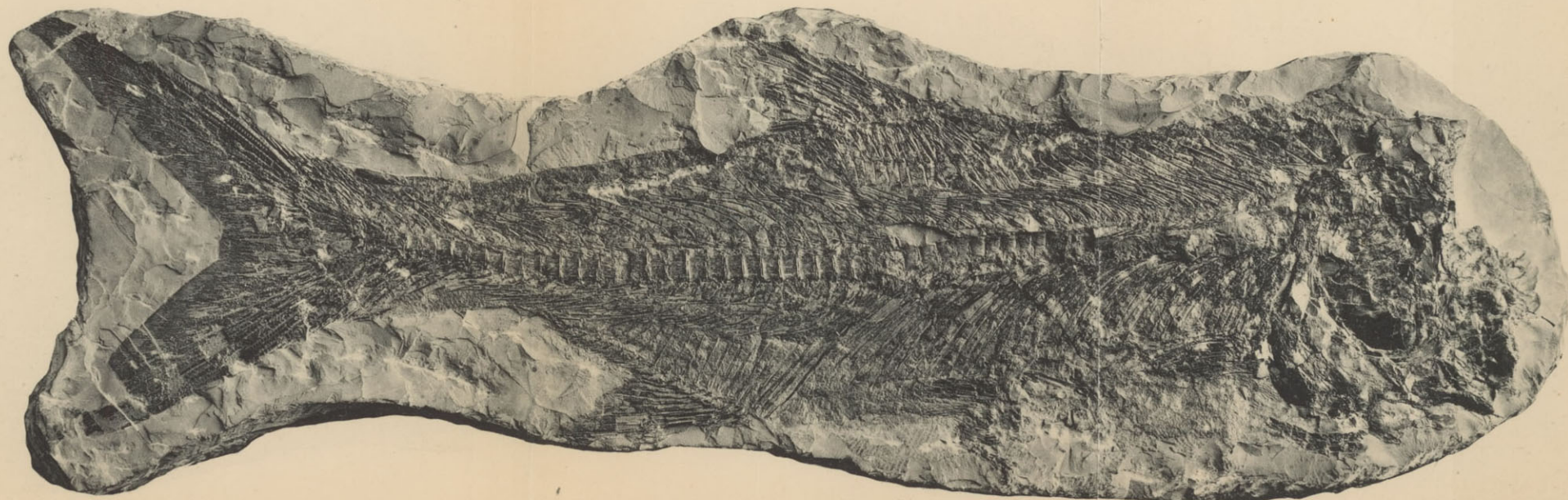


Fig. 2.^a — *Aetalion gigas*, Sauvage. $\frac{1}{2}$

El Jurásico superior de la provincia de Lérida
por LUIS MARIANO VIDAL



Clisé del autor.

Fototip'a Missé Hermanos. Barcelona.

Hybodus Woodwardi, nov. sp.; tamaño natural.

Impresión derecha.

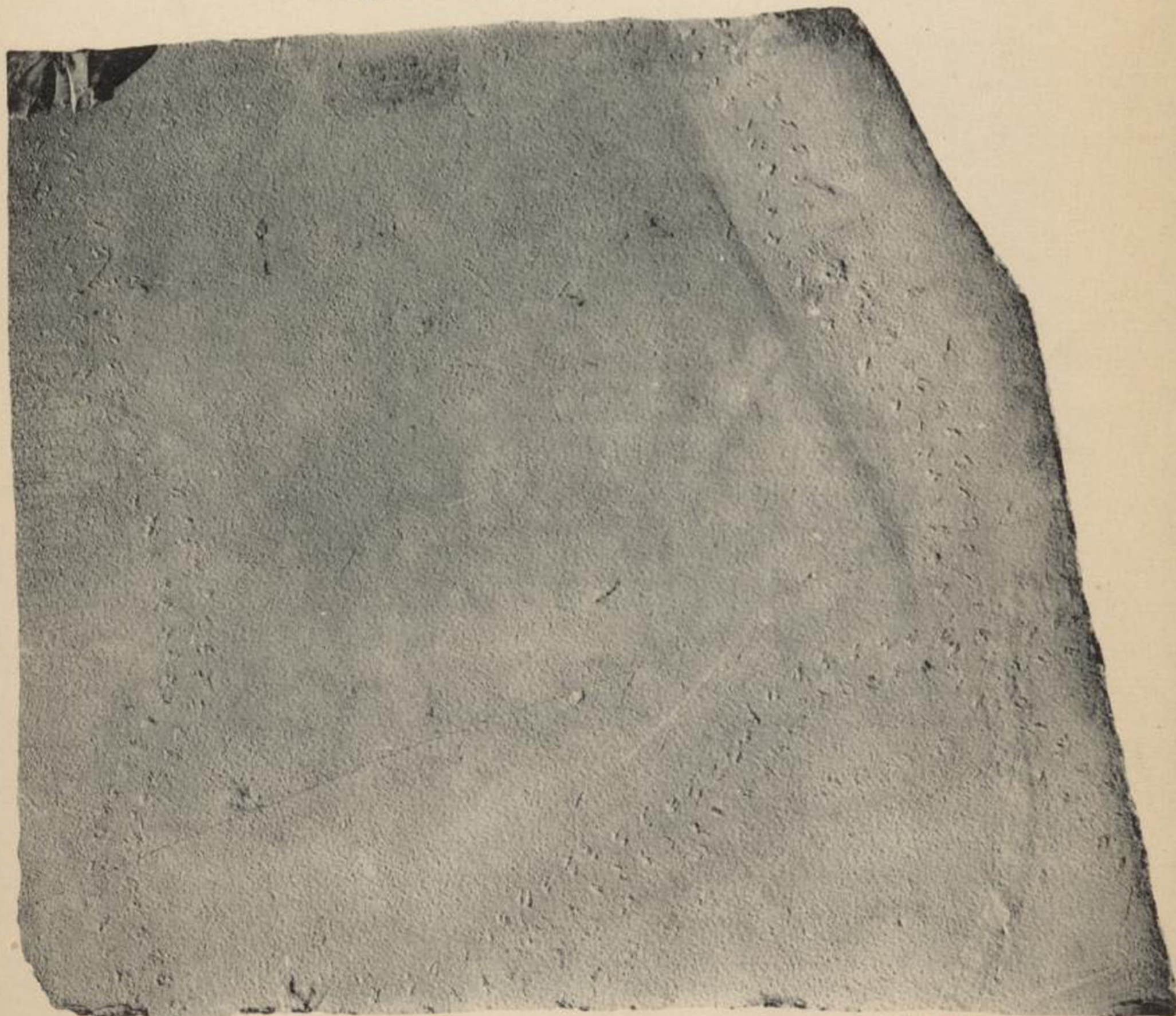


El Jurásico superior de la provincia de Lérida
por LUIS MARIANO VIDAL



Clisé del autor.

Fig. 1.^a — *Meysaurus* Faurd, nov. sp., 1/1



Clisé del autor.

Fig. 2.^a — Huellas de pasos de. ? 1/1

El Jurásico superior de la provincia de Lérida
por LUIS MARIANO VIDAL



Clisé del autor.

Fotograbado Baguñá y Cornet.—Barcelona

Meyasaurus Faurae, 110V sp., ²/₁

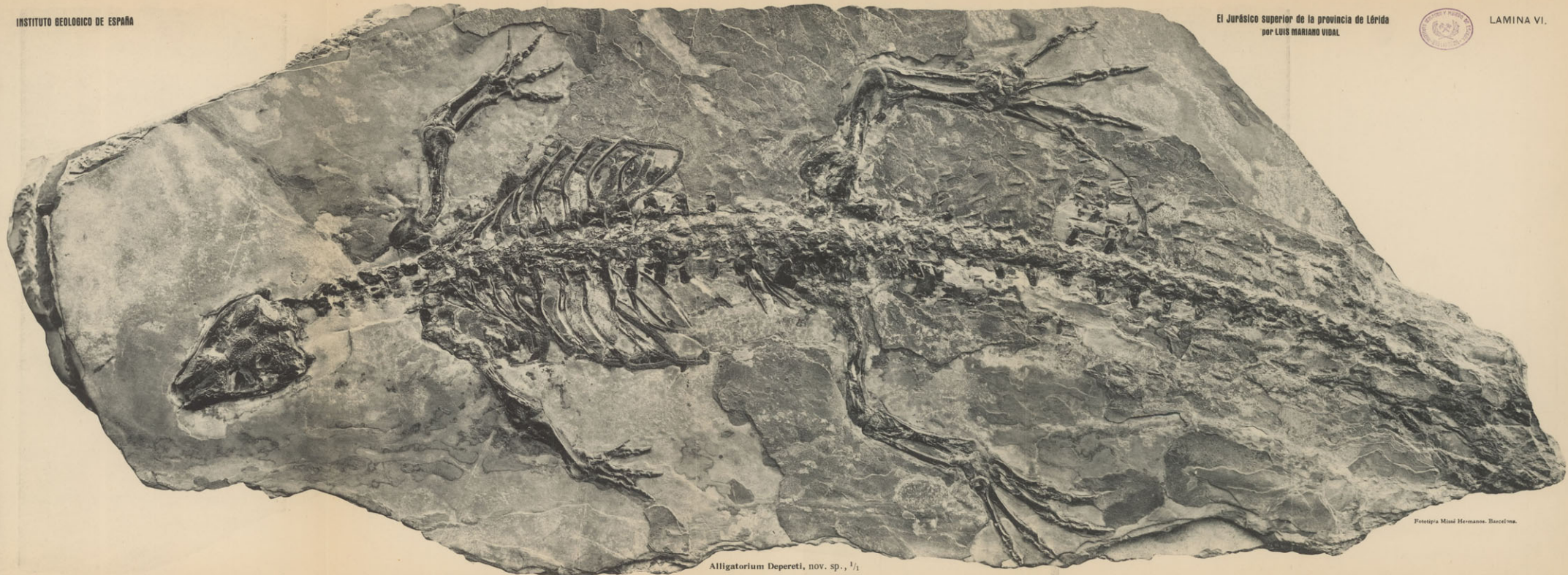
El Jurásico superior de la provincia de Lérida
por LUIS MARIANO VIDAL



Clisé del autor.

Fototipia Missé Hermano . Barcelona.

Alligatorium Depereti, nov. sp. Parte inferior del craneo, $\frac{3}{1}$



Alligatorium Depereti, nov. sp., $\frac{1}{2}$

Platypia Misal Hermanns. Barcel'na.

RESEÑA GEOLOGICA
DE LA
PROVINCIA DE ALICANTE

La provincia de Alicante es una de las menos conocidas de España desde el punto de vista de su geología. En 1854, el señor Botella dió una idea general de la estructura geológica de esta provincia y publicó además un mapa del reino de Valencia, siendo este trabajo, de muy pequeña extensión, el único de conjunto que existía hasta la fecha sobre la geología de Alicante.

Posteriormente han hecho estudios parciales de la geología de esta región Verneuil y Collomb, Laurent, Vilanova y algunos otros ingenieros y naturalistas. Existe también un mapa hecho en 1882 por el ilustre geólogo Sr. Cortázar, pero sin Memoria descriptiva del mismo.

En 1893 se publicó, en el tomo XX de este Boletín, un hermoso estudio del naturalista francés M. René Nickés, en el cual describe este señor algunas localidades alicantinas, acompañando las descripciones con muchos cortes geológicos y algunos bosquejos. Este trabajo, que puede servir como modelo de acabado estudio geológico, no abarca, desgraciadamente, más que una pequeña parte de la provincia.

Una de las más importantes misiones del Instituto Geológico es seguir rectificando antiguos errores del Mapa geológico de España, y enriquecerlo con nuevos estudios de investigación y de observaciones sobre los terrenos.

Alicante era, como ya he dicho, una de las provincias

donde se notaba mayor carencia de datos, y tuve la honra de que se me eligiera para recorrerla y estudiarla.

Al presentar hoy una Memoria de los trabajos que allí efectué, me apresuro a declarar que lo meritorio y elogiabile que contiene no me corresponde, sino al eminente, al sabio geólogo e ingeniero de Minas D. Lucas Mallada, quien en los comienzos de mis excursiones me acompañó y guió por el campo de la geología, y quien, con sus grandes conocimientos sobre el país, por mí aprovechados, sentó la base fundamental de este primer estudio completo de la provincia de Alicante. Si el trabajo no es perfecto, sus deficiencias y errores débense á lo hecho con mi criterio exclusivo y observación propia.

Termino consignando un justificado elogio al notable naturalista y catedrático del Instituto de Alicante Sr. Jiménez de Cisneros, el cual ha emprendido la confección de un Mapa geológico de aquella provincia en grande escala.

En Alicante se hallan representadas las diversas formaciones geológicas, desde el terreno triásico hasta el cuaternario, ambos inclusive. El suelo de esta provincia, una de las más montañosas y accidentadas de España, ofrece también gran complicación en su estructura geológica, presentándose todos los terrenos que lo forman muy trastornados y cortados por abundantes plegamientos y fallas, circunstancia que hace muy penoso el estudio de la geología de esta región.

El terreno triásico aparece en la superficie en muy diversos lugares de la provincia, acusando así su presencia constante en el subsuelo de ésta.

El jurásico, que tanta extensión alcanza en la provincia de Murcia, sólo se presenta en la de Alicante en una gran mancha que se extiende al Norte de Crevillente por los límites de ambas.

El cretáceo inferior y el superior forman las altas sierras que separan las de Valencia y Alicante y varios importantes macizos montañosos del centro de esta última. Se presentan las formaciones cretáceas en dos fajas paralelas que corren de E. NE. á O. SO., la primera desde el cabo de San Antonio a Villena y la segunda, desde la sierra Helada hasta Monóvar. Entre estas dos

fajas cretáceas existe otra de formación eocena, arrumbada lo mismo que las anteriores y de la cual son trozos desgajados las formaciones numulíticas que se extienden, una de ellas por la costa desde la capital hasta Villajoyosa y Benidorm y la otra a Poniente de Monóvar y Novelda, donde el eoceno forma varias sierras, en general de poca altura.

La formación miocena que reposa sobre las anteriores, ocupa el fondo de los extensos valles que separan las altas sierras eocenas y secundarias que componen el núcleo de la provincia, y en algunos parajes se encuentra el mioceno á considerable altura, constituyendo por sí mismo algunas sierras de relativa importancia.

Las formaciones pliocenas y pospliocenas ocupan toda la parte meridional de Alicante, en donde se encuentran las extensas llanuras de Elche, Dolores, etc. Grandes llanos cuaternarios forman también las vegas de Villena, Sax y Novelda, y las huertas de Alicante y Denia.

Las rocas hipogénicas están representadas en Alicante solamente por la ofita, encontrándose en distintas localidades muchos asomos de esta roca.

Asomos eruptivos.

La única roca eruptiva que se encuentra en la provincia de Alicante es la ofita. Esta roca no se presenta cubriendo grandes extensiones de terreno ni aun en diques de importancia que constituyan relieves notables del suelo, sino que comúnmente se encuentra formando pequeños cerros, de los cuales el mayor de los que he tenido ocasión de observar no tiene más de 150 metros de diámetro en su base. Sin embargo, la abundancia de sus asomos en toda la provincia, las condiciones en que éstos se presentan y la relación que parecen guardar dichos asomos eruptivos con los movimientos que han dado origen a los trastornos que ofrecen actualmente todas las formaciones de la región, hacen su estudio muy interesante.

La presencia de las erupciones ofíticas en las formaciones triásicas es un hecho universalmente comprobado y ha dado lugar á que se sostenga la opinión de ser dichas erupciones de

las escasas que tuvieron lugar en la época secundaria, aunque la opinión más corriente es que pertenecen a la época terciaria. Esta cuestión de la edad de las ofitas es sumamente debatida, pero la opinión general es que son modernas las ofitas del S. E. de España.

La naturaleza de las ofitas de Alicante ha sido determinada por el sabio micrógrafo ingeniero de Minas D. Domingo de Orueta, el cual examinó varios ejemplares de dicha roca procedentes de diversos puntos, encontrando como única diferencia entre unas y otras solamente la debida al estado de descomposición de algunas de ellas.

Según el Sr. Orueta, el tipo de roca hipogénica de la provincia de Alicante es de estructura ofítica. El primer elemento que se destaca es un feldespato triclinico que se presenta formando cristales grandes y alargados. En algunas regiones de la preparación están estos cristales muy bien conservados y muestran claramente la extinción zonar. A veces, no siempre, se encuentran mezclados según la ley de la *albita*, y en estos casos el ángulo de extinción entre las dos series de laminillas hemitrópicas oscila entre 58° y 62°, carácter que permite clasificarlo como *labrador*.

En otras regiones de la preparación, los cristales de feldespato están descompuestos, y esta descomposición da por resultado gránulos pequeñísimos de *calcita* entremezclados con otros de *muscovita*. En general, el cristal no pierde su forma y aparece relleno de una masa granuda con débil acción sobre la luz polarizada (*calcita*), salpicada de puntitos de colores muy vivos que son hojuelas de *muscovita*.

Entre los cristales de feldespato se ven otros, también de gran tamaño, que polarizan en tonos muy vivos. El índice de refracción de este mineral es bastante alto y su signo óptico es positivo. En las secciones basales (cuadradas o casi cuadradas) se ven dos cruceros que se cortan en ángulos casi rectos. En las secciones alargadas, o sea en las que son próximamente paralelas al eje vertical, el ángulo de extinción con los cruceros longitudinales oscila entre 40° y 43°. Este mineral no es dicroico. Los caracteres que se acaban de enumerar concuerdan con los del piroxeno *augita*.

Esta *augita* tiene tendencia a uralitizarse, esto es, a trans-

formarse en anfíbol y después en otros minerales secundarios.

La pasta que envuelve a los dos minerales anteriores está formada de microlitos de *labrador*, de grumos de *calcita* y de multitud de granos negros, irregulares y opacos de *magnetita*. De aquí que el polvo de estas rocas sea ligeramente magnético.

En muchos sitios la pasta está teñida de verde sucio a causa de la *clorita*. Otro mineral accesorio es la *silimanita*, que aparece en forma de agujas tenues incluidas en los cristales de feldespato que no están descompuestos. Pueden notarse muy bien sus terminaciones en punta redondeada y sus fracturas transversales.

En otra roca más descompuesta se observan las siguientes diferencias:

Los cristales de feldespato y piroxeno son menores, lo que da a la roca una estructura más bien microlítica que ofítica. Hay más *clorita*. En una de las preparaciones se puede ver un cristal de piroxeno rodeado de una aureola de *calcita* que muestra muy bien la forma en que dicho mineral se metamorfiza.

En resumen, dichas rocas hipogénicas deben clasificarse como *ofitas labradortíticas*.

Aunque todos los asomos ofíticos se encuentran en el triás o cerca de él, la recíproca no es cierta, pues no en todas las manchas triásicas se observan asomos ofíticos, si bien las emanaciones sulfurosas se encuentran en todas las manchas triásicas sin excepción.

Es cierto que no podría pretender haber visto, ni todas las manchas del triásico, que son muchas, ni menos todos los asomos eruptivos de la provincia; pero los que he observado y que creo sean todos los más importantes, pues no tengo noticia de que por nadie haya sido señalado, aparte de los examinados por mí, más que algún asomo pequeño y relacionado con aquellos que luego se mencionarán, están situados siguiendo dos líneas principales: una orientada de NE. a SO., desde el asomo de Parcent hasta los de la Aparecida en la sierra de Orihuela, y otra desde las cercanías de Villena, por el Pinoso, a encontrar en ángulo agudo a la línea anterior.

Ahora bien, la primera línea se ajusta casi exactamente a la que marca el límite meridional de las formaciones secundarias y del terciario inferior, la que probablemente corresponde a

una arista de hundimiento entre dichas formaciones y las antiguas de la provincia de Murcia, y la segunda línea se corresponde también con una falla que se acusa en las levantadas capas del eoceno de las sierras de la Horna, del Duaimi, del Boloni, etc., hasta la Peña Rubia.

Esto parece comprobar la gran relación de las ofitas con los trastornos que se observan en el suelo de Alicante, correspondiendo las zonas más trastornadas a las líneas donde se presentan las ofitas en la superficie. Aun en los asomos eruptivos que se encuentran fuera de las margas abigarradas, es acusada su presencia por una aureola de color rojo de sangre que forman en el terreno, alrededor de cada asomo, las substancias ferruginosas, producto de la descomposición de las ofitas. Circunstancia que hace que sea notada desde lejos la presencia de estas rocas.

A continuación se enumeran los asomos eruptivos más importantes, observados en la provincia.

Región de Altea.—Al Este de Altea sobresalen tres asomos de ofitas: el principal es el del Cabo Negret, que tiene unos 40 metros de largo por 15 o 20 de ancho; el segundo es un cordoncito eruptivo que avanza en la bahía unos 20 metros a algo más de 100 de distancia al Este del primero, y un kilómetro más allá, en la misma dirección, está el tercero, que forma dentro del mar un islote llamado la Illeta. La ofita que compone estos cerros es muy dura y compacta y se presenta en masas desgajadas en grandes peñones que rasgan las calizas y margas yesíferas del triás, las cuales, en una extensa zona alrededor de los asomos eruptivos, forman una brecha con los trozos de ofita.

A dos kilómetros al Norte de Alfaz, cerca de la margen izquierda del barranco de Devesa, se levanta el tosal de Cucarella, que sobresale en el terreno, formando un cerro redondo de unos 150 metros de diámetro en la base. Se compone de una ofita dura aunque bastante alterada en el exterior y que se deshace en bolas al descomponerse.

A corta distancia de Polop, en las arcillas triásicas, hay un cerrito de ofitas de unos 40 metros de diámetro.

Al SE. de Callosa, y dentro también de la gran mancha triásica del Este de Altea, se encuentran dos cerros ofíticos dignos de mención.

Parcent.—También hay que consignar entre los asomos

eruptivos de ofitas, uno de bastante importancia en las cercanías de Parcent, dentro de la mancha triásica del río Gorgos.

Orcheta.—A unos dos kilómetros al NE. de este pueblo se encuentra un asomo de ofitas el cual aparece enclavado en la larga faja yesosa (margas del triás) que se extiende a poca distancia. Este debe ser el mismo asomo del que hizo mención Vilanova, refiriéndolo a Finestrat.

Isla Plana.—En la isla Plana o Tabarca se hallan también las ofitas con los mismos caracteres ya señalados en sus diferentes asomos.

Sierra de Orihuela.—En la sierra de Orihuela son muy abundantes los asomos de ofitas, encontrándose algunos en el mismo pueblo en las primeras escarpas de la sierra. El asomo de más importancia es el que se encuentra en las inmediaciones de la Aparecida, donde se hallan algunos diques de ofita acompañados de yesos y relacionados con diversos criaderos de cobre y de hierro que allí existen y que no presentan interés industrial. Relacionados con otro asomito eruptivo están los hieiros de Bemferri al Norte de la sierra.

Sierra de las Ventanas.—Al Norte de la altura de calizas dentelladas pertenecientes al mioceno, conocida con el nombre de sierra de las Ventanas, se presenta una estrecha faja de terreno triásico que en realidad es la misma que viene manifestándose bajo la formación miocena con algunas intermitencias, desde las cercanías de Aspe. Esta formación triásica está atravesada por un gran número de asomos eruptivos constituidos por masas de ofita más o menos descompuesta. Entre las diversas manifestaciones ofíticas que he observado en Alicante es ésta la que ofrece más interesantes caracteres.

Observando la disposición de los asomos ofíticos en esta localidad, sus relaciones con las margas triásicas y su posición con respecto a las formaciones más modernas, no puede menos de recordarse la disposición de los *valles tífónicos*, de Portugal, descritos por Choffat.

En efecto, al Norte de la sierra de la Murada, sistema montañoso al cual pertenece también la de las Ventanas, se extiende por el límite de la provincia, en las cercanías del Hondon de los Frailes, una gran extensión de terreno entre-llano que está constituido por la formación miocena. En conjunto, este

terreno forma un pliegue anticlinal muy tendido y está rodeado en gran parte de su perímetro por los macizos jurásicos, disposición muy análoga a la de los citados valles tiphónicos. Se puede observar efectivamente en este paraje el mioceno rellenando el fondo de un extenso valle, cuyo subsuelo es lógico suponer que lo formen los materiales jurásicos, ya que pertenecen a esta formación las sierras que se elevan desde el NO. al NE.; y puede muy bien suponerse que las margas triásicas que asoman entre el mioceno, y en las que se encuentran las ofitas, hayan hecho su aparición por el eje denudado de algún extenso anticlinal jurásico. A esta hipótesis, que sólo a título de primera impresión se puede aventurar, me ha conducido la observación del aspecto especial de esta zona eruptiva.

Villena.—Muy análogo, en su aspecto, al acabado de describir es el paraje situado al Oeste de Villena, en el que se muestran muchos cerros de calizas negras dolomíticas con margas impregnadas de yesos; pero aunque las manifestaciones sulfurosas son aquí más importantes que en ninguna otra parte de la región, no he podido observar un asomo de ofita y sólo menciono este paraje por creer que es casi segura la presencia allí de dichas rocas.

Pinoso.—En el Cabezo de la Sal, en el Pinoso, se manifiestan las ofitas bastante descompuestas, debiéndose a ellas la presencia de muchos cristales de magnetita que se encuentran entre las margas que forman el cerro.

Serie secundaria

Sistema triásico

El sistema triásico se presenta con mucha frecuencia en la provincia de Alicante, pero en ningún punto de ésta llega a formar una mancha de tamaño considerable, sino que sus asomos son de reducidas proporciones y en tan gran número que es casi imposible extender la vista sobre un gran espacio de terreno en la provincia sin ver una o varias de dichas manchas.

En el fondo de los barrancos profundos y en el lecho de todos los ríos se presentan casi invariablemente las margas abigarradas triásicas asomando por debajo de todas las demás formaciones. Así se ve al triásico aparecer entre las margas del cretáceo inferior junto a las sierras Mediana y Foncalet y por debajo de las margas de esa misma edad en el barranco de la Madraba al pie de la sierra del Cid. La aparición del triásico bajo el cretáceo es tan frecuente que basta con decir que no hay mancha de este último terreno en la provincia donde no pueda observarse. Debajo del eoceno también se puede notar el afloramiento de las margas triásicas en diversos lugares: cercanías de Agost y de Jijona y sobre todo entre Tárben y Callosa de Ensarriá y entre este último pueblo y el mar. Pero el terreno que con más frecuencia deja en descubierto al triásico es el mioceno, pues en él se observan las manchas triásicas de mayor extensión, exclusión hecha de la del N. de Altea. Entre estos asomos merecen especial mención: el Cabezo de la Sal en el Pinoso, el que se extiende por el lecho del Vinalapó desde las cercanías de Sax hasta Novelda y el que corre todo a lo largo de la formación miocena que constituye el primer contra-fuerza de la sierra de Crevillente. También hay importantes asomos del triásico en medio de grandes manchas del cuaternario, como

son el de Villena y el de las sierras de Orihuela y Callosa de Segura.

La constancia con que se presenta la formación triásica debajo de todas las demás que constituyen el suelo de la provincia, hace suponer que su subsuelo está exclusivamente constituido por aquella formación, hipótesis que fortalece la circunstancia de existir dicho terreno con mucho más desarrollo en las provincias contiguas. Este hecho es del mayor interés desde el punto de vista de la hidrología de la región.

En cuanto a la constitución del terreno triásico, nada preciso se puede decir con relación a la mayoría de sus manchas, pues no hay en ellas una estratificación clara y determinada que permita observar la dirección y el buzamiento de las capas. Más aún, no existen éstas, porque constituyen la inmensa mayoría de las manchas margas metamorfizadas y que siempre contienen yesos en gran cantidad, los cuales se presentan en íntima relación con las ofitas que, como antes he dicho, tienen todos sus asomos en el terreno triásico. Sin embargo, la observación del gran número de asomos de este terreno que existe en la provincia, la comparación de unos con otros y, sobre todo, el estudio de la formación en localidades donde se presenta con caracteres distintos a los comúnmente observados, como ocurre en varios puntos de las provincias de Murcia y Valencia y, dentro de la de Alicante, en las Sierras de Orihuela y Crevillente, permite formar una idea de la constitución del triásico en esta región.

El piso superior está formado por margas irisadas yesíferas conteniendo muchos jacintos de Compostela y, en diversos lugares, grandes cantidades de sal y magnesia, lo que hace que haya tantas fuentes amargas y saladas en la provincia. Estas margas se presentan a veces alternadas con bancos de calizas dolomíticas de color amarillento y de estructura pizarrosa, las cuales contienen impresiones de Myophorias: *M. vulgaris*, *Schl*; *M. Goldfussi*, Alber; y algunas Daonellas.

Sobre este nivel se encuentra otro de calizas negras magnesianas que parece formar la parte más alta del sistema. Casi siempre falta este nivel superior, y el inferior, o de las calizas tableadas y margas yesíferas, varía mucho de espesor en los distintos parajes en que se presenta.

En el nivel de las margas se encuentran algunos yacimientos de lignito (falda Norte de la sierra de la Murada y cercanías de Aspe), lo que hace pensar que correspondiese este piso superior del trias de Alicante al kohlenkeuper; y de todos modos, tanto por los caracteres paleontológicos como por la posición estratigráfica, debe referirse dicho piso al piso más alto del trias superior de la Europa central cuyos caracteres presenta en la región.

Debajo del nivel margoso se encuentra otro piso de gran espesor, formado por bancos muy potentes de calizas magnesianas negras, con vetas blancas y algunas marmóreas con tonos rojizos, muy buenas para la construcción y ornamentación. En estas calizas los fósiles son muy escasos, encontrándose solamente algunas impresiones de Myophoria y de Encrinus. (*E. gracilis?*) En cambio abundan mucho las impresiones vegetales, y esto, unido a la gran cantidad de geodas que presenta la roca, á su naturaleza magnesianas y al aspecto, por decirlo así, monolítico que ofrece a veces su masa en la que no se sigue fácilmente la separación de las capas, induce a considerar este piso como correspondiente al más alto del trias medio o muschelkalk, donde se observan todos estos caracteres.

Hay que tener presente que las calizas del nivel superior al de las margas, por el adelgazamiento excesivo de este último nivel, reposan a veces directamente sobre las dolomías inferiores a las cuales se asemeja mucho, lo que puede dar lugar a confusiones.

El piso inferior del sistema parece estar formado por bancos de areniscas rojas micáceas y algunos bancos de areniscas grisverdosas. Este tramo pudiera ser el piso de la *arenisca roja de abajo*, e indicaría entonces evidentemente la base del triásico. Sin embargo, de todas las observaciones hechas parece desprenderse que todo el terreno triásico que se encuentra en la provincia de Alicante pertenece a pisos superiores al de la dicha arenisca.

En cuanto a la tectónica de este sistema en la región, es, como ya he indicado, muy difícil de determinar. Contribuye a esto, en primer lugar, el gran trastorno introducido en las hiladas triásicas por las erupciones sulfurosas y ofíticas que acompañan a esta formación y han dislocado sus estratos y metamorfizado las rocas que las componen. Respecto a esto haré notar las siguientes circunstancias:

Las manchas triásicas de la provincia están formadas en su inmensa mayoría por las margas irisadas con exclusión de otra roca, salvo, algunas veces, las calizas magnesianas tableadas.

Todas las manifestaciones eruptivas se presentan en el terreno triásico, siendo las más frecuentes las erupciones sulfurosas en las margas.

Las areniscas rojas, que de todas las rocas triásicas que se encuentran en la provincia de Alicante son las menos frecuentes, aparecen muy a menudo formando un conglomerado de elementos muy pequeños con las margas irisadas y los yesos y con pedazos de calizas negras corroídas. Las calizas marmóreas del tramo medio afloran en muy pocos lugares, pero los sondeos y galerías hechos en sitios muy diversos de la provincia indican su presencia bajo las margas irisadas.

De estas consideraciones me atrevo a deducir, aunque con las debidas reservas:

Las erupciones ofíticas y sulfurosas que se han producido a favor de las fracturas del suelo a consecuencia de un fuerte plegamiento de los estratos, son la causa de que el triásico aparezca entre los terrenos más modernos en los puntos donde la denudación de éstos ha sido mayor.

El piso superior o de las margas irisadas es el más extendido por todo el subsuelo de la región, y muchas manchas que he señalado en el mapa como asomos triásicos y en realidad están compuestas de margas de otra edad, metamorfizadas, se hallan en tan íntima relación con el triásico, que a él deben referirse, pues es seguro que en toda mancha de este terreno metamórfico hay un asomo de las margas verdaderamente triásicas, como he podido comprobar en algunos de los observados más detenidamente. En estas mismas manchas que llamo metamórficas, y que muchas veces me he inclinado a considerar como el terreno epigénico de Mac-Pherson, se pueden ver los conglomerados antes citados, con elementos de arenisca roja micácea y de carniolas. Esto se presta a dos interpretaciones: o bien hay que admitir la presencia de un piso de areniscas keuperianas inferior al de las margas, alcanzando entonces el metamorfismo solamente a los pisos superiores a las calizas, y en este caso los trozos de esta clase de roca que se encuentran en los conglomerados procederían de las tabulares que acom-

pañan a las margas, o bien las roturas de la corteza terrestre, cuyo relleno lo forman las brechas citadas, alcanzaron a las capas de caliza del tramo medio y a las areniscas del inferior, y en este caso nada tendría de extraño que las rocas de todos los niveles estén representadas en la brecha.

En cuanto al piso medio o de los grandes bancos de calizas negras, a mayor o menor profundidad se presenta en diversas localidades. En la notable y antigua galería hecha para el suministro de aguas a Crevillente y en las *simas* que se encuentran en la sierra de este nombre y en la de la Murada se halla también el nivel de las calizas dolomíticas. Así como he aventurado la idea de que el piso de las margas irisadas, cuya presencia se acusa en tantos puntos, ocupa el subsuelo de la provincia, de la misma manera creo que es probable que el nivel de las calizas forme el sostén de este subsuelo y que sobre él reposen las formaciones más modernas cuyo conjunto forma la estratigrafía de la región. Probablemente a los plegamientos de ese piso calizo corresponden los que presentan las formaciones más superficiales y, desde luego, de la sierra de Crevillente y su prolongación de la Murada, se puede afirmar que si en la superficie están formadas por el jurásico y el mioceno, su núcleo está formado por las calizas negras triásicas.

Es casi imposible citar todos los asomos del terreno triásico en la provincia de Alicante, y por lo tanto sólo paso a enumerar algunos de ellos, describiendo los más importantes.

Sierras de Orihuela y de Callosa de Segura.— De todas las manchas triásicas que existen en la provincia, la más notable, si no la más extensa, es la de las sierras de Orihuela y de Callosa de Segura, cuya imponente masa está formada por grandes bancos de calizas triásicas. En realidad no forma el triásico en Orihuela una mancha continua, sino dos principales: la de la sierra de Callosa, al N. O. del pueblo de este nombre, y la de la sierra de Orihuela, que se prolonga por la provincia de Murcia hasta las puertas de la capital. Además hay otros pequeños asomos al Oeste de Bemferri, al Este de la Granja, en el Castillo de Cox y en la estación de Albaterra.

Aunque presenta muchos trastornos en su constitución, la forma general de estas sierras es la de una gran bóveda caliza formando dos anticlinales principales: el de la sierra de Segura,

cuyas ramas se extienden al Norte y al Sur teniendo buzamiento general las capas al N. E., es decir, caída la bóveda hacia la Granja, y el de la sierra de Orihuela, cuyas ramas se dirigen hacia el Este y al Oeste correspondiendo el eje a la línea divisoria de las provincias de Alicante y Murcia.

Toda la masa de ambas sierras está cortada por multitud de fallas y plegada en distintos sentidos, lo que le da un aspecto abrupto y que resulta particularmente notable en las grandes escarpas de la sierra sobre la carretera de Murcia, en las cercanías de la Aparecida. En este punto se encuentran unos yacimientos de cobre de poca importancia, probablemente relacionados con las ofitas. También hay unos pequeños yacimientos de hierro en las cercanías de Bemferri. Los grandes bancos que componen estas sierras están formados por calizas negras con vetas blancas; algunas de estas calizas son casi marmóreas; otras, más magnesianas, tienen brillo céreo característico y, aunque todas son de estructura compacta, presentan gran cantidad de grietas y oquedades y cavernas que se comunican entre sí y dan un aspecto particular a la formación. En algunos puntos se observan grandes bancos de pizarras metamorfizadas por las erupciones ofíticas y con todo el aspecto de las talcitas silurianas; este fenómeno de metamorfismo es muy común en el triás y se observa con gran claridad en muchos lugares, particularmente en el S. E. de la provincia de Murcia.

Mancha del Pinoso.— En las cercanías del Pinoso, a poco más de un kilómetro al SE. del pueblo, se eleva un gran cerro que recibe el nombre de Cabezo de la Sal por la mucha que contiene y que se explota en varias minas de relativa importancia. El Cabezo está formado por margas irisadas y calizas tabeadas, sin que sea posible observar en él una estratificación regular.

Toda la masa de la montaña contiene yeso en abundancia y está además impregnada por gran cantidad de sal. El mayor yacimiento de ésta se encuentra cerca de la cumbre, que es donde se ponen de manifiesto los trabajos emprendidos para su explotación. Una gran parte de la sal extraída se vende en forma de bolas para el consumo del ganado.

Manchas de Villena.— La extensa planicie cuaternaria que forma la vega de Villena se encuentra dividida en dos partes

por una faja triásica que se dirige de N. NO. a S. SE., formada por una serie de cerros separados entre sí por el cuaternario. Este último, sin embargo, presenta poco espesor en toda esta zona y sólo rellena los pliegues entrantes de las capas triásicas, formando los salientes, los cerros que se destacan sobre la llanura. En conjunto esta faja triásica es el lomo de un pliegue anticlinal que forma el sistema y que asoma a través de las formaciones más modernas. Su composición es semejante a la dicha para todas las manchas de la provincia, con la particularidad de que en este punto abundan mucho las brechas formadas por fragmentos de carniolas y areniscas cementadas por el yeso.

Los grandes trastornos sufridos por los materiales triásicos, así como las erupciones que los acompañan, se relacionan en esta localidad con la gran falla que, dirigida de SO. á NE., corta este vértice de la provincia entre Villena y Monóvar.

Manchas de Monóvar y Novelda.— Una mancha triásica de gran longitud se extiende por todo el lecho del Vinalapó, en las cercanías del pueblo de Monóvar, el cual se halla edificado sobre las margas triásicas abigarradas mezcladas con yesos. Desde Monóvar hasta Novelda se sigue la misma formación, que se abre paso a través del mioceno del valle y sobre la cual se apoya el cabezo jurásico que forma el monte de la Mola de Novelda.

En la vega de este pueblo queda oculto el triásico por el cuaternario, que tiene aquí bastante espesor, mientras que en todo el lecho del río hasta el Sur de Sax y la hondonada de Castalla no adquiere bastante importancia para que se lo represente como ocultando al triás.

Mancha de Petrel.— El asomo triásico que se presenta en las cercanías de Petrel se manifiesta con más claridad en el NE. del pueblo en la parte baja de los barrancos de Pusa y de la Madraba, donde un gran dique de yesos acusa la presencia del terreno con que siempre viene asociado este mineral. Sin embargo, se puede comprobar la existencia del triás en todos los alrededores del pueblo, en el camino que conduce a Elda, y en el lecho de los barrancos de Catí y de Santa Bárbara, siendo imposible representar en el mapa todos sus asomos, pues formarían un verdadero mosaico con el mioceno.

Manchas de Monforte y San Vicente de Raspeig.—Casi lo mismo puede decirse de los asomos triásicos que, formando una estrecha faja, se extienden desde San Vicente de Raspeig hasta Monforte y desde este pueblo hacia Aspe. Dicha faja contournea por el Norte la formación del cretáceo inferior de Foncalent y Sierra Mediana y la separa del eoceno de Agost y del cretáceo del SE. de este mismo pueblo. No se limita el triásico a presentarse en esa faja estrecha, sino que se encuentra como de costumbre en el fondo de todos los barrancos que causan los pliegues de la formación del cretáceo inferior en las partidas de Foncalent, etc. A esta serie de manchas se pueden referir también las cercanas a Agost, al Este de la Sierra del Ventós, y las que forman las diferentes lomas de materiales triásicos que son tan abundantes en el llano de las proximidades de dicho pueblo, al Norte de la línea del ferrocarril de Madrid. Es de mucho interés el estudio hecho por el Sr. Jiménez de Cisneros en la loma de las Espejeras, donde ha señalado este competente naturalista un importantísimo punto fosilífero con ejemplares característicos del triásico superior. Yacimiento de tanta mayor importancia cuanto que el triásico en España es muy poco abundante en fósiles, y el Sr. Cisneros ha encontrado muchos pertenecientes a especies muy distintas.

Mancha de Tibi y Jijona.—La mancha triásica que se extiende al Este de la Sierra de Ventós se prolonga en dos fajitas muy estrechas, contourneando la línea de separación del cretáceo y el mioceno desde el Sur de la Garganta Roig hasta la Algarroba en la orilla del río de Castalla. Todo el lecho de este río está formado por las margas triásicas con yesos que forman otra extensa mancha que luego se ramifica llegando un brazo hasta la falda oriental del Maigmó y otro hasta el Mediodía de Tibi. También forman las margas triásicas los lechos del Monnegre y el Cosco desde Jijona hasta cuatro kilómetros al Sur del pantano de Tibi.

Manchas de Orcheta.—Otra estrecha faja de margas triásicas, con gran abundancia de yesos, se puede observar entre el cretáceo desde Orcheta hasta Finestrat, y a ella se deben referir, aunque haya solución de continuidad, los asomos que aparecen en el lecho del río de la Villa en las proximidades de Rélleu por las faldas de la sierra Aitana. Los caracteres son los

mismos que ya se ha dicho tantas veces que presenta este tramo del triásico en la región: la ausencia de estratificación en las margas, la presencia de yesos y la de algún lecho de calizas magnesianas tableadas que acompañan a las margas y que a veces se presentan corroidas con el aspecto de carñiolas.

Manchas de Cocentaina.—Al Sur de Cocentaina se encuentran algunas manchitas triásicas cerca del lecho del río Serpis y otra más importante al lado mismo del pueblo al pie del cerro de San Cristóbal. En esta mancha está representado el triásico por su facies de margas alternantes con las dolomías amarillentas tableadas; en estas últimas se encuentran muchos restos de fósiles del género *myophoria*. En el mismo valle del Serpis, en el barranco de la Encantada, al Norte de Planes, se encuentra otro asomo de las margas triásicas.

Manchas de Tarbena, Callosa y Altea.—La gran mancha triásica cercana a Altea comienza al pie de la sierra Bernía y en los macizos de calizas numulíticas que forman en las estribaciones de esa sierra el Cabo Toix y la Punta de Ifach. Todo el espacio comprendido entre la falda oriental de Bernía y el barranco de la Solana (río de Bolulla), está constituido por el terreno triásico, comprendiéndose aquí desde luego todo el valle del Algar, cuyo lecho se halla excavado en las margas irisadas hasta sus fuentes. Igualmente ocurre con los ríos Guadalest y Bolulla; en este último, el triásico se extiende hasta Tarbena, y en el primero hasta el mismo pueblo de Guadalest. Además de la mancha general existen muchos isleos como los que se presentan entre el cuaternario, enlazando por la Nucía y Finestrat la gran mancha de Altea con la de Orcheta.

Casi todos los asomos de la formación triásica pertenecen al tramo de las margas irisadas; sin embargo, también se presentan las calizas compactas, análogas a las de la sierra de Orihuela, en algunos puntos como son El Tosal de Quintanas a un kilómetro al NE. de Altea, unos pequeños isleos al pie del Cerro de Callosa y otros de menor importancia.

Mancha de Murla.—A lo largo del río Gorgos forma su lecho una faja del triásico superior con la composición que por todas partes presenta. Forma una faja entre Murla y Benijembla de unos cinco kilómetros de largo y se prolonga hacia el Este por Parcent y Alcalalí hasta las cercanías de Jalón. Entre

estos dos pueblos, en las cortaduras del río Gorgos, se puede ver la discordancia estratigráfica entre las capas triásicas (margas abigarradas con carñiolas intercaladas) y las calizas blanquecinas cretáceas, que forman un anticlinal cuyo eje denudado ocupa el lecho del río, todo él de materiales triásicos. Por el Oeste esta formación continúa más o menos interrumpida hasta Castell de Castells.

Mancha de Ondara.— Un kilómetro antes de llegar a Ondara, al Este del pueblo, la carretera de Denia corta un cerrito del triásico superior, compuesto de calizas cavernosas amarillentas y grises, dolomíticas, en lechos muy delgados alternando con margas abigarradas y areniscas tabulares y micáferas. Las capas arrumbadas al N.E. se doblan en un anticlinal en el centenar de metros en que se descubren. Después de desaparecer durante un targo trecho el triásico bajo el diluvial, ya muy cerca de Ondara aparece otro asomo de las mismas margas y calizas tableadas. Un pequeño asomo de calizas negras triásicas se encuentra a un kilómetro al N. E. de Gata.

Sistema jurásico.

El terreno jurásico está representado en la provincia de Alicante solamente por el piso superior, correspondiendo al titónico las grandes masas calizas de las sierras que constituyen la única mancha importante del sistema en la región.

El Sr. Vilanova señaló la presencia del liásico en las cercanías de Orcheta, y recientemente el Sr. Cisneros ha encontrado el mismo terreno en el Cerro de la Cruz de la Romana y al NO. de la sierra del Algayat. Pero en definitiva ni el jurásico inferior ni el medio se presentan con extensión considerable en la provincia, siendo el titónico el que, debido probablemente a una gran transgresión, aparece como único representante del sistema. Dicho tramo está formado principalmente por grandes masas de calizas marmóreas, algunas grises, otras amarillentas con un leve tinte rojizo y las más de ellas de un fuerte color encarnado y con vetas blancas; la roca característica del *calcáreo ammonítico rosso* de los italianos.

Existen en la provincia de Alicante algunas manchas jurásicas que no aparecen en nuestro mapa, porque a causa de su pequeñísimo tamaño no tienen representación en la escala elegida. Los asomos más importantes son:

Mancha de Crevillente.— El único asomo considerable del terreno jurásico que hay en la provincia de Alicante es el situado al Norte de Crevillente, en el límite de aquella provincia con la de Murcia, que fué señalado hace ya mucho tiempo, pero no representado con toda la extensión que realmente ocupa. Se puede considerar esta mancha jurásica como una avanzada hacia Levante de los grandes macizos de esta formación que se presentan en el centro de la provincia de Murcia, en la que forman importantes sierras.

La mancha jurásica del Norte de Crevillente ocupa dentro de

la provincia de Alicante una extensión de unos cien kilómetros cuadrados y está limitada al Norte por el eoceno y el cretáceo, al NE. por algunos pequeños asomos de este último terreno y por la estrecha faja miocena que separa el jurásico del numulítico que forma las sierras del Duaimi y de la Horna. Por el Este y SE. limita la formación jurásica el cretáceo inferior, que deja a su vez al descubierto las margas del trias, y por el Sur estas mismas margas, las cuales cortan la formación miocena, que se extiende hasta el interior de la provincia de Murcia.

Forma el jurásico en esta gran mancha varios pliegues orientados de una manera general de SO. a NE., aunque con varios cambios de dirección. Los pliegues que se pueden llamar de primer orden, son tres que forman otros tantos sistemas diferentes de sierras casi paralelos. El más septentrional y de menor importancia forma la sierra de la Cova Fría; el segundo, más al Sur y atravesando por la mitad la mancha jurásica, forma las sierras del Algayat, la Mina y el Rollo, mientras que el tercer gran pliegue que no llega a formar un completo anticlinal, sino sólo poco más de su rama Norte, constituye la sierra de Crevillente en el límite meridional de la mancha jurásica. En el arranque occidental de estos sistemas montañosos, un extenso collado que separa estas sierras jurásicas de las de Murcia, determina el sistema hidrográfico de la Rambla de Abanilla.

Entre estos pliegues anticlinales se forman diversos valles: el de la Rambla Honda, el más septentrional, que corre por el fondo de un extenso sinclinal, y el del Hondón de las Nieves, llamado así del nombre del pueblo situado en su centro y en la orilla izquierda de la Rambla del Tolomó. Esta rambla y la Honda son los dos únicos desagües hacia la cuenca del Vinalapó de este macizo montañoso.

El valle del Hondón de las Nieves no se presenta como el de Rambla Honda en forma de sinclinal, sino como un extenso llano, en el cual parece que el jurásico, comprimido entre los macizos del Sur y del Norte, se ha rizado en multitud de pliegues, desgarrándose en algunos parajes. De estas pequeñas plegaduras, las anticlinales se presentan como pequeños cerros donde se muestra el jurásico entre la formación cuaternaria que

lo oculta en todo el resto del valle. Ejemplo de estos cerros son los cabezos de Toneleros, la Loma de la Cruz y la de la Calereta, estando esta última sobre el pueblo del Hondón.

A esta misma formación jurásica pertenecen otras pequeñas sierras que son derivaciones de las anteriores y reciben los nombres locales de la Solana, Cavarrasa, la Romana, y la de la Peña de la Ofra, prolongación esta última hacia el Este de la del Rollo.

La sucesión de las distintas hiladas en esta mancha jurásica es la siguiente: la parte superior está constituida por grandes bancos de calizas compactas, entre los cuales hay algunos margosos; pero la mayoría están constituidos por calizas marmóreas y de hermoso aspecto, algunas anteadas o amarillentas con tonos rojizos y mucho más abundantes las de color rojo de carne con vetas blancas espáticas. En este piso son muy raros los fósiles, y solamente en los tramos margosos he hallado algunos ejemplares de *Rhynconellas* (*Rhynconella inconstans*?) en mediano estado de conservación y fragmentos de grandes ammonites; *Perisphinctes transitorius*, Opp; y el *P. eudichotomus*, Zitt; o alguno de sus afines.

Inferiores a estas calizas y margas rojizas se presentan otras de color de ceniza en grandes bancos separados por lechos de margas. Este nivel puede observarse muy bien en los cerros que se hallan en el centro del valle del Hondón de las Nieves, tales como la Calereta, la Pedrera, el Bizcayo, etc.

Parece ocupar un nivel inferior un piso de calizas que ofrecen en la región caracteres muy constantes y asoman en algunos puntos del Hondón de las Nieves, en las cercanías de la Algueña, y pueden también observarse, aunque no afloran a la superficie, en el interior de una galería llamada Mina de la Cata cercana a Crevillente. Los lechos de margas son insignificantes en este tramo, y en las calizas se pueden distinguir muy claramente dos clases: una de textura muy fina, casi litográfica en la que no se encuentran fósiles, y otras de caliza más basta, de color de ceniza, y en la que se hallan muchas impresiones de belemnites y otros fósiles también espatizados. En estas calizas se encuentran muchos núcleos de pedernal, carácter que se presenta con gran constancia en todos los puntos donde se halla esta roca, de tal manera que puede determinarse la posi-

ción estratigráfica de dichas calizas por la presencia en ella de esas concreciones de sílex, que por esta razón puede decirse que substituyen a los fósiles que parecen faltar en dicha roca. Los núcleos silíceos están formados por capas concéntricas.

Por lo dicho se ve que el jurásico de la provincia de Alicante, pertenece al piso superior en su facies titónica, con sus calizas de colores rojizos y margas conteniendo braquiopodos y ammonites característicos. El tramo inferior margoso debe colocarse también en el titónico, pues a esta edad lo refieren los fósiles que contiene. En cuanto al nivel de las calizas litográficas y las nodulosas con núcleos de pedernal, no puedo asegurar con certeza a qué edad pertenecen por no haber encontrado en ellas fósiles determinables; pero por su posición estratigráfica y por la misma circunstancia de los núcleos silíceos que contiene, creo poder referir dicho nivel al llamado portlandstone del jurásico superior de Inglaterra si es admisible que se pueda buscar el equivalente de un piso superior al oxfordiense dentro de una formación del jurásico de tipo alpino como es el de Alicante.

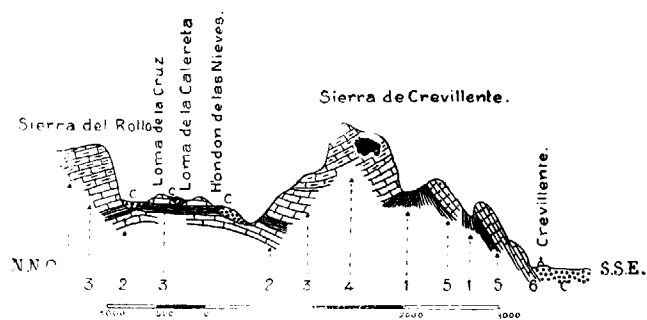


Fig. 1.— Corte transversal de la sierra de Crevillente.

1, Margas yesíferas; 2, Calizas jurásicas grises con núcleos de sílice; 3, Calizas y margas jurásicas; 4, Calizas rosadas titónicas; 5, Margas y areniscas miocenas; 6, Conglomerados miocenos; C, Cuaternario.

La formación jurásica indudablemente se prolonga por el subsuelo de la provincia, oculta casi totalmente por el cretáceo inferior, el cual la deja aparecer en el eje roto y denudado de algunos anticlinales, como ocurre en las Sierras Mariola y de Foncalent, tan bien descritas por el Sr. Nicklés. Desde luego las manchas de Alicante son las más orientales de este piso del jurásico en la península, perteneciendo a la faja que se en-

cuentra en Andalucía, vuelve a aparecer en las Baleares y se presenta, siempre con los mismos caracteres, en Italia.

Manchita de Novelda.— Como un fragmento desgajado de la gran mancha que se acaba de describir, se destaca el cerro de la Mola de Novelda, formado en gran parte por calizas titónicas que se apoyan sobre las calizas y margas del keuper. Las capas jurásicas forman una especie de casquete ligeramente caído hacia el Oeste. Las calizas, de la misma clase que las de la Sierra del Rollo, son también aquí objeto de explotación.

Sistema cretáceo.

En la provincia de Alicante se hallan representados todos los pisos del cretáceo inferior y del superior, desde el neocomiense hasta el danés, inclusive. La presencia en el suelo de la región de los distintos pisos del sistema cretáceo con composición muy variada, es causa de que sea también muy vario el aspecto que ofrece dicho sistema en las diferentes comarcas en que se encuentra, y aun en una reducida extensión diste mucho de mostrarse con composición uniforme.

La riqueza en fósiles de algunos de sus pisos es muy grande, y así como en el eoceno de Alicante se encuentran algunos puntos fosilíferos muy ricos en cantidad, de individuos y de especies, como ocurre en las cercanías de Orqueta y de Callosa de Ensarriá, el cretáceo es por igual interesante, desde ese punto de vista, en todas las manchas de la provincia, y siempre será un objeto digno de estudio para el paleontólogo, que puede seguir en él, tan perfectamente distintos los pisos de las diversas edades y, aun en cada uno de ellos, las facies diferentes con que se presenta.

En el presente bosquejo geológico se resumen las distintas observaciones que han sido hechas sobre dicho sistema, el más estudiado, hasta ahora, de la región, indicando la composición de los diferentes pisos y pasando luego a la descripción de cada uno de los parajes en que se encuentra.

Piso neocomiense.—Comienzan las formaciones de esta edad con calizas sabulosas, gris-verdosas, amarillentas al contacto del aire, y alternantes con calizas margo-sabulosas verdes. Estas calizas alternan, en algunos sitios, con bancos de areniscas ferruginosas pardo-rojizas. Sobre este nivel, que es el llamado por Niklés, de la *Natica Leviathan*, Pict y Camp; se encuentra otro de calizas sabulosas con margas en la parte infe-

rior y margas amarillentas, conteniendo gran cantidad de fósiles piritosos, en la superior. En este nivel se encuentran: *Rhabdocidaris Salvoe*, Nick; *Echinospatagus Ricordeamus*, Cott; *Terebratula tamarindus*, Sow; *Plicatula Mac-Phersoni*, Nick; *Ostrea carinata*, Lamk; *Haploceras grasi*, d'Orb; *Hoplites neocomiensis*, d'Orb; *Holcostephanus Hispanicus*, Mall; *H. Astieri*, d'Orb; *Belemnites dilatatus*, Blainv; *B. Emerici*, Rasp, *B. bicanaliculatus*, Blainv; *B. pistilliformis*, Blainv, etc.

El tramo superior está formado por calizas muy margosas de color gris-verdoso, generalmente glauconiosas, conteniendo también muchos ejemplares de *Belemnites dilatatus*, terminando el neocomiense con un nivel de margas y arenas verdes que contienen fósiles piritosos en gran cantidad. Se encuentran entre otros: *Phylloceras Rouyanum*, d'Orb; *Ph. Tethis*, d'Orb; *Desmoceras difficiles*, d'Orb; *Heteroceras bifurcatum*, d'Orb, y muchos restos de terebratulas.

En resumen, el neocomiense presenta en la provincia de Alicante considerable desarrollo, perteneciendo a dicho piso una buena parte de la sierra Mariola, en la cual, en el barranco de la Querola, existe un yacimiento de fósiles neocomienses de una riqueza extraordinaria.

Piso aptense.—El piso aptense se puede considerar como formado por dos niveles distintos: el inferior, de margas y calizas muy duras, casi marmóreas en algunas localidades y conteniendo gran cantidad de rudistos, pero en general predominando las margas azuladas con orbitolinas, *Orbitolina conoidea*, A. Gras; *O. discoidea*, A. Gras; *O. lenticularis*, d'Orb; acompañados de trozos de ostras: *Ostrea aquila*, d'Orb; *O. macroptera*, Sow; *O. carinata*, Lamk, las cuales también suelen presentarse en las calizas de este nivel acompañando a los rudistos como ocurre en algunos puntos en sierra Mariola.

El nivel superior es principalmente margoso, conteniendo además lechos delgados de areniscas micáferas, que alternan con mucha frecuencia con las margas verdes, las cuales alcanzan mucho espesor y contienen un enorme número de fósiles piritosos y grandes ammonites y belemnites: *Belemnites semicanaliculatus*, Blainv; *Acanthoceras Martini*, d'Orb; *Desmoceras Athos*, Coq; *Hoplites fissicostatas*, Phill; *Echinoconus castanea*, Brong, y *Plicatula placunea*, Lamk; muy abundante.

El mayor desarrollo lo alcanza el aptense en la sierra Helada, que está constituida por grandes bancos calizos de dicha edad.

Piso albense.—Este piso ofrece dos tipos muy diferentes dentro de la provincia de Alicante; una facies es la de calizas compactas con rudistos, que se presentan en la comarca de sierra Mariola. Las calizas son amarillentas, algo magnesianas y alcanzan espesores considerables. Los rudistos, muy abundantes, no son determinables a causa de su mal estado de conservación. Sin embargo, se puede referir al albense este nivel calizo, pues en la sierra Mariola reposan estas capas sobre las aptenses con *Acanthoceras Martini* y *Desmoceras Athos*, y además, en algunos de sus bancos se encuentran muy abundantes, y fácilmente determinables, ejemplares de rudistos de la especie de *Toucasia Santanderesis*, Douv; lo que ha permitido fijar su posición estratigráfica.

En el resto de la provincia, el albense se presenta comúnmente formado por margas grises o azuladas y en algunos puntos nodulosas. Estas margas ocupan grandes superficies, tanto, que a excepción del cenomanense, es el albense el piso de la formación cretácea que ocupa mayor extensión superficial en la provincia. Las margas albenses son análogas a las cenomanenses, que muchas veces se presentan juntamente con ellas, haciendo muy difícil su deslinde y siendo ésta acaso la mayor dificultad que presenta la geología de Alicante.

En este piso no se encuentran ya los fósiles piritosos, y los ammonites son muy escasos; en cambio, se encuentran en gran número los equinodermos, muchos de los cuales se hallan en excelente estado, aunque es mayor el número de los que no es posible clasificar. Los fósiles que más comúnmente se encuentran son: *Discoidea conica*, Dessor; *Hemiaster phrynus*, Dessor; *H. Heberti*, Per; *H. minimus*, Dessor; *Brancoeras varicosum*, Sow; *Desmoceras latidorsatum*, Mich, encontrándose también en algunos bancos bastantes ejemplares de *Rhynchonellas* y *Naticas*.

Piso cenomanense.—Comienza el cenomanense, con un piso de margas muy semejantes a las albenses con que termina el cretáceo inferior. Dichas margas son grises, blanquecinas o amarillentas, y en algunos bancos se presentan muy duras y compactas, conteniendo pequeños núcleos de óxido de hierro y

algunos nódulos de pedernal. También es bastante frecuente la presencia en estas margas de filoncillos de yeso que cortan la estratificación. En este nivel margoso es muy variable la riqueza fosilífera, pues en grandes extensiones apenas se encuentra un ejemplar, y en cambio hay algunos bancos en los que abundan mucho los fósiles. Se suelen encontrar en estas margas: *Orbitolina concava*, Lamk; *O. mamillata*, Arch; *O. plana*, Arch; *Salenia Scutigera*, Desor; *Discoidea cylíndrica*, Agas; *Hemiasster Buffalo*, Desor; *H. Leimerie*, Desor; *Periaster Verneuili*, Desor; *Rhynchonella compressa*, *Ostrea carinata*, Sow; *O. columba*, Lamk; *Acanthoceras Mantelli*, Sow; *Mortoniceras inflatum*, Sow; hallándose a veces estos fósiles mezclados con especies indudablemente albenses a causa de hallarse en contacto inmediato las margas de ambos sistemas, las que además se presentan siempre en concordancia estratigráfica.

Sobre este nivel de margas cenomanenses se presentan varios niveles de calizas, que suman en algunos puntos un espesor muy grande. Se pueden considerar dos niveles principales. El inferior, de calizas blancas compactas casi marmóreas, y el superior, de calizas también duras y compactas anteadas. Estos dos niveles son muy pobres en fósiles. La gran consistencia de estos bancos calizos es causa de que hayan sufrido menos por la acción de los agentes exteriores, y por esta razón a este nivel calizo de la parte superior del cenomanense pertenecen la mayoría de las sierras cretáceas de la provincia.

En general, el cenomanense, que presenta una gran transgresión sobre las formaciones anteriores, se encuentra muy denudado, y como la mayor denudación la han sufrido las margas, de aquí que las calizas descarnadas marquen la cresta de las sierras principales.

Piso senonense.—Este piso lo forman calizas blancas compactas y otras cavernosas amarillas que no presentan ni unas ni otras señal alguna de fósiles. Estas calizas faltan en algunos parajes; en otros, en cambio, ofrecen gran espesor, aunque siempre sin alcanzar tanto como las calizas cenomanenses.

El nivel que presenta mayor interés es el superior a estas calizas y que está constituido por grandes espesores de caliza cretosa nodulosa, verdadera creta en algunos puntos, pero que más generalmente ofrece el aspecto de marga. Estas calizas cre-

tosas, que se encuentran formando bancos delgados muy rizados y plegados en todos sentidos, son las que designo en la descripción de las diversas manchas cretáceas con el nombre de margas blancas senonenses. Estas margas contienen: *Micraster coranginum*, Klein; *M. cortestudinariun*, Agass; *M. Martheroni*, Agass; *Hemiasster nucleus*, Dessor; *Stegaster Bouillei*, Cott; *S. Chalmasi*, Senn; *S. altus*, Senn; *Conochypus acutus*, Agas; *Hemipneustes pyrenaicus*, Heb; *Inoceramus regularis*, d'Orb. Los caracteres que presentan las margas blancas senonenses son tan constantes, y su forma de yacimiento y facies es tan característica, que este nivel es muy útil para fijar, refiriéndose a él, la situación estratigráfica de las capas inmediatas cuando por sí mismas no contienen fósiles que las refieran a un nivel determinado.

Piso maestrichtiense.—Las capas inferiores del maestrichtiense son muy análogas a las superiores del piso cenomanense, o sean las calizas cretosas con que termina aquella formación. Es muy común la presencia de bancos más compactos y más francamente calizos; en cambio, las margas son muy escasas y suelen presentarse en perfecta concordancia estratigráfica con las eocenas. En algunas regiones, como ocurre en la sierra de Orcheta, sobre las calizas blancas compactas del senonense se apoyan las margas con fósiles del piso maestrichtiense, y aunque pudiera ocurrir muy bien que faltase en este punto y otros análogos el piso de las margas blancas senonenses, es más lógico suponer que estas últimas margas se encuentren debajo de las maestrichtienses, pero desprovistas de fósiles. Mi opinión es que casi siempre que las margas reconocidas como maestrichtienses ofrecen mucho espesor, éste corresponde en su mayoría a las margas senonenses infrayacentes, las cuales se presentan muy frecuentemente cubriendo grandes extensiones de terreno sin que en ellas se pueda encontrar ni un solo fósil. En el piso maestrichtiense se hallan, además de otras especies comunes con el senonense: *Echinocorys semiglobus*, Lamk; *Micraster Aturicus*, Heb; *Inoceramus Cripsii*, Mont, etcétera.

Piso danés.—Aunque este piso es muy pobre en fósiles y me ha costado mucho trabajo encontrar en él algunos ejemplares determinables, una vez fijado y reconocido en un punto, es fácilmente reconocible donde quiera que se encuentra, pues si

bien tiene un nivel de calizas arcillosas blancas, iguales a las maestrichtienses, suele presentar otro nivel más superior de margas de vivos colores que destacan sobre el blanco de las margas y calizas de las demás formaciones. En estas margas he podido recoger: *Coraster Vilanovæ*, Cott; *Stegaster altus*, Senn; *S. intermedius*, Gav, y algunos equinodermos indeterminables. En este piso sería interesante el encuentro de algún punto donde abundasen los fósiles, pues se encontraría en él, con toda seguridad, una gran proporción de especies y aun de géneros nuevos.

Los dos niveles de calizas y margas blancas y de margas abigarradas se presentan, más que en ninguna parte, entre el eoceno de la Marina y el cretáceo de la mancha de esta formación que se extiende a Levante de la sierra del Cabezó.

Mancha septentrional.—La formación cretácea se extiende por el Norte de la provincia de Alicante, constituyendo las altas sierras de Agullent-Benicadell, que separan esta provincia de la de Valencia. Dichas sierras se prolongan, ya dentro de la de Valencia, por la sierra de Onteniente y penetran de nuevo en Alicante formando la sierra del Morrón al N. E. de Villena. Esta línea de sierras se encuentra separada por los elevados valles de Agrés y Bañeras de la sierra Mariola, que desde Cocentaina corre paralelamente a las antes citadas, atravesando también un extremo de Valencia y siguiendo luego hasta el Cerro de San Cristóbal, sobre el pueblo de Villena.

En pocas regiones se puede seguir con más facilidad la disposición de las sierras cretáceas, pues basta la observación del mapa geológico de esta parte de la provincia para notar que las hiladas de dicha formación se alinean según pliegues orientados de O. SO. a E. NE., orientación que también se puede observar en todos los pliegues importantes de la provincia y que manifiestan la compresión que han sufrido las formaciones secundarias de esta parte de España, entre los macizos primarios de la meseta central y los que forman la costa de Murcia y cuya prolongación submarina hacia Levante parece comprobada.

Ambas líneas de sierras, las de Agullent-Benicadell, Onteniente y el Morrón y las de Mariola, de la Umbría, sierra Mayor, etc., forman dos anticlinales muy tendidos, cuyos ejes siguen la dirección de las mismas sierras.

Las sierras de Agullent-Benicadell están compuestas de calizas, cuyas capas buzan ligeramente al O. NO. Estas calizas son duras y bastas, dominando en algunas el tinte rojizo que se observa también en el piso inferior de margas. Este nivel no es muy constante, pues en algunos puntos las calizas cretáceas se apoyan directamente sobre el triásico, sin el intermedio del tramo margo-sabuloso, que en otros lugares forma la base del piso aptense. Por lo regular, los estratos son de caliza dura y semi-cristalina que no contiene fósiles, pero hay algunos bancos de caliza amarillenta, más arcillosa, en los que se encuentran muchas *Ostreas*, *O. tuberculifera*, Coq; *O. conica*, Sow; que corresponden al aptense. Bajo este nivel de calizas se encuentran las margas neocomienses, que contienen: *Natica Leviathan*, Pict; *Panopea neocomiensis*, d'Orb, y sobre este último un nivel de calizas sabulosas con *Ostrea Couloni*, d'Orb; *O. carinata*, Lamk; *O. rectangularis*, Roem; nivel que se vuelve a encontrar, con idénticos caracteres, en la sierra Mariola. En la subida del puerto de Albaida y, en general, en la vertiente meridional de las sierras de Agullent-Benicadell y Onteniente los estratos buzan en sentido opuesto a los de la vertiente Norte, constituyendo la segunda rama del anticlinal antes citado.

Más claramente aun se muestra esta disposición en la sierra Mariola, cuya estructura se puede representar como un pliegue anticlinal tendido y denudado por la cumbre, según la dirección del eje de plegamiento, dejando aparecer las formaciones más bajas del cretáceo inferior. Según se marcha hacia el Oeste, las capas del cretáceo superior se elevan por la vertiente meridional, ocultando por completo el cretáceo inferior. El eje del anticlinal se va elevando de Oeste a Este hasta alcanzar su mayor altura en el pico de Moncabrer, cerca del cual una falla forma un corte muy elevado sobre el valle del Serpis.

En resumen; pueden considerarse estos dos sistemas de sierras paralelas como compuestas por un núcleo del cretáceo inferior, en el cual se siguen las capas de este sistema que comienza con calizas glauconiosas, conteniendo: *Belemnites dilatatus*, Blainv; *B. latus*; *B. bipartitus*; Cat; sobre las que se apoyan las margas verdes sabulosas con fósiles piritosos del barremiense; *Pulchellia compressissima*, d'Orb; *Holcostephanus intermedius*, d'Orb; *Holcodiscus metamorficus*, Coq; que apa-

recen en el barranco de la Querola. Sobre este nivel se apoyan calizas compactas con Orbitolinas, *O. conoidea*, A. Gras; *O. discoidea*, A. Gras, y algunos bancos con rudistas y lechos margosos donde se encuentran: *Janira Atava*, d'Orb; *Plicatula placunea*, Lamk; *Ostrea aquila*, d'Orb; *O. macroptera*, Sow, *Acanthoceras Martini*, d'Orb; *Hoplites Dufrenoyi*, d'Orb. Encima de estas calizas, un piso de margas arenosas sustenta calizas albenses con *Toucasia Santanderensis*, Dov; y sobre éstas descansan calizas muy compactas y algo cavernosas sin fósiles y que acaso sean cenomanenses. Estos distintos niveles se siguen en los diversos puntos de la sierra, caminando desde su núcleo central hacia una y otra de las ramas que forman el anticlinal, constituídas por las hiladas de calizas albenses y cenomanenses y sobre las que se encuentran las senonenses con *Discoidea cylindrica*, Agas, y varias especies de *Stegaster*. Estas calizas se elevan también por la rama meridional del anticlinal que forman las sierras de la serie paralela, Onteniente, Agullent-Benicadell, formando los confines de las provincias de Alicante y Valencia. El cretáceo forma las ramas meridionales de ambas series de sierras, dejando descubierto el cretáceo inferior en el centro y rama Norte de la Mariola y en la provincia de Valencia sobre el valle de Albaida y huerta de Gandia. En cambio hacia Villena el cretáceo cubre por completo las formaciones inferiores.

Mancha del N. E.— La mancha cretácea del N. E. de la provincia de Alicante pertenece en su mayor parte a la formación cenomanense, que está representada por fuertes calizas que forman grandes macizos montañosos, tales como las sierras de Azafor y del Almirante, que siguen el límite de la provincia de Valencia, el núcleo de la Almudaina y otras tales como las de Segarria, de Evo, de Lagriart, de la Solana del Castellar, y en la costa, los macizos del Mongó y el cabo de la Nao. El borde occidental de esta mancha pasa por Lorcha y Planes, donde la formación terciaria de Cocentaina se comunica por un estrecho golfo con la moderna del valle del Gallinera penetrando hasta Llombay. Desde aquí el borde del cretáceo se dirige hacia el SO. por Margarida y Almudaina, formando un cabo entre Benillup y Millena, para hacer de nuevo un entrante ocupado por un golfo mioceno hasta Tollos y Facheca,

donde un levantamiento del cretáceo, empujado por los yesos del triásico, ha separado la cuenca terciaria de Cocentaina de la de la hoya de Castell. El cretáceo continúa hacia Confrides y, más al Sur, va a ocultarse bajo la formación numulítica de las sierras Aitana y Bernia. Por el Este está limitada la mancha por el cuaternario, que forma un golfo profundo en las cercanías de Benidoleig, desde Vergel hasta Gata. Por el SE. se extiende el cretáceo hasta la formación eocena de la sierra de Bernia, lindando con el mioceno de Benitachel, Teulada y Benisa, que separa el macizo cretáceo principal del de la costa.

Toda esta región es muy montañosa, estando sumamente trastornados los estratos calizos del cretáceo, pero formando en conjunto este terreno una serie de sierras que corresponden a otros tantos pliegues dirigidos de NE. a SO.

La sierra de la Almudaina es la prolongación hacia el Este de la parte meridional de la sierra Mariola, y está separada de ésta por el valle del Serpis que ocupa la zona denudada y hundida correspondiente al cretáceo inferior del centro de dicha sierra y cuya prolongación puede observarse hacia Planes. La sierra de la Almudaina está constituida por calizas del cenomanense, sobre las que se apoyan otras blancas, con *Inoceramus Crispii*, Mant, y algunos lechos margosos que contienen *Stegaster Chalmasi*, Senn; *Hemipneustes pyrenaicus*, Heb; y *Micraster Matheroni*, Agass: y sobre éstas, en discordancia, conglomerados del eoceno medio. Los depósitos de cretáceo se prolongan hacia el Este y hacia el Sur por las sierras de Alfaro y de Laguart, hasta encontrarse con la formación numulítica que aparece en las cumbres de sierra Serrella donde se muestran los primeros contra-fuertes de la sierra Aitana. Por la parte septentrional las calizas cretáceas de la sierra Almudaina descienden paulatinamente hacia Levante, limitadas hacia el Norte por el estrecho llano que se extiende al Este de Planes en los comienzos del valle del río Gallinera. Desde Patró a Adzúbia, el río Gallinera, que corre de Oeste a Este, sigue paralelo a la dirección de los estratos cretáceos, en los que pueden observarse tres niveles; el inferior, que se eleva en las sierras agudas del Almirante que separan las provincias de Alicante y Valencia entre Pego y Villalonga, se compone de una gran masa de calizas del cretáceo inferior con *Toucasia Santanderensis*. El nivel medio

es esencialmente margoso, con capas arenosas tabulares blancuecinas y cenicientas. En la parte superior de este segundo tramo hay capas que contienen restos de ostras, entre ellas la *O. columba*, Lam. El nivel superior forma las erizadas sierras que limitan por el Sur el valle de Gallinera, constituyendo un cordón de calizas que descuellan en la Peña Alta enfrente de Benisiva, en la Peña Horadada y en Hacarocho. Las margas del tramo medio contienen señales de vegetales fósiles. Se explotan en algunas canteras cercanas a Benialí, como pizarras.

Misivá, Peñarocha y demás picos hasta la Horadada, forman la sierra de Arriba, que limita por el Sur el valle de Gallinera. La sierra de la Solana, prolongación de la del Almirante, separa el término de Benirrama de la provincia de Valencia. El valle del Gallinera se abre paso entre las calizas cretáceas en un estrecho llamado Corral del Vidre. Las sierras que forman el estrecho se ven acribilladas de cavernas en toda su altura, cavernas que seguramente sirvieron de viviendas en la época prehistórica y deben presentar gran interés para los estudios espeleológicos.

Entre las margas del nivel medio es común encontrarse yesos, pero no son aquí abigarrados como los relacionados con el triás, sino que parecen como interestratificados en el cretáceo. También se encuentran entre las margas, en las proximidades de Adzúbia, algunas delgadas capas de lignito.

A dos kilómetros al Sur de Pego pueden observarse con más facilidad las calizas del nivel superior. Estas calizas son muy duras, espáticas y en algunos puntos brechoides y buzan generalmente hacia el Sur. De esta roca están formadas las sierras inmediatas a Orba que se continúan con las de Evo, más al Oeste, y limitan por el Sur el valle del Girona. Las calizas brechoides cubren á otras más compactas marmóreas, y debajo de éstas hay unas margas grises, donde se encuentran *Hemiaster Bufo*, Desor; *H. Villei*, Coq; *Orbitolina concava*, Lamk, y muchos restos de ammonites. En Benidoleig existe un interesante punto fosilífero en unos tejares cercanos al pueblo.

Al Oeste de Gata se abre en las calizas cenomanenses el estrecho de la cueva del Ansa, por donde pasa la carretera de Alicante a Denia. En este estrecho se marca una falla alineada de SE. a NO. casi vertical y algo ondulada. En la cortadura del

estrecho se puede observar el salto de los dos niveles de calizas que aparecen al Sur en los peñones de la Cueva del Ansa y al Norte en la de los Barracones o de la Cueva Alta. Pertenecen estas montañas al sistema de sierras que limitan por el Sur el valle del Gorgos, en las cuales, bajo las calizas compactas, asoman otras arcillosas que contienen *Orbitolina plana*, Arch; *O. concava*, Lamk; *Ostrea columba*, Lamk; *O. carinata*, Sow, y otros fósiles de especies cenomanenses. Estas calizas arcillosas se descubren claramente en el calvario del pueblo de Jalón. Sobre estas calizas se desarrollan las potentes masas de las compactas de color anteado, tan comunes en el piso cenomanense, que se doblan en un extenso anticlinal, de manera que las capas de la vertiente Sur que corresponden al valle de Benisa buzan hacia el Mediodía.

Esta misma formación se oculta bajo el mioceno y vuelve a aparecer con los mismos caracteres formando el litoral entre los Cabos San Martín y de la Almoraira.

El valle de la Torre es una cañada que corre de Norte á Sur hasta el pie del Cabo de la Almoraira. Está abierto en las margas cretáceas grises que buzan en este paraje hacia el Oeste, en concordancia con las calizas compactas que contienen gran cantidad de impresiones de equinodermos espatizados. La misma formación continúa por toda la costa formando los acantilados del Cabo de la Nao, donde las calizas anteadas del nivel superior, muy cristalinas, buzan hacia el NO. Las calizas cenomanenses están cubiertas por un travertino de gran espesor, presentando la formación una gran uniformidad en toda esta parte del litoral desde el Sur del Cabo San Martín hasta el puerto de Almoraira.

El pueblo de Jávea está edificado en el límite del terreno cretáceo con el mioceno que por el Mediodía bordea el macizo montañoso del Mongó. El Cabo de San Antonio, extremo oriental de este macizo y del sistema de sierras cretáceas que forman los principales relieves del suelo en esta parte de la Península, está formado por bancos de calizas compactas, anteadas, muy cristalinas y con venas espáticas, que son las que bordean el núcleo de la montaña. Entre estos bancos de calizas se encuentran lechos de margas amarillentas en las que hay una enorme cantidad de orbitolinas: *O. concava*, Lamk; *O. mam-*

millata, Arch, y algunos ammonites. Las capas buzan al Norte en el Cabo San Antonio y presentan un tajo vertical sobre el mar. El macizo del Mongó contiene también algunas capas de gran potencia de una caliza negruzca y carbonosa, cruzada en todos sentidos por vetas blancas espáticas. Estas calizas, que se presentan en el núcleo de la montaña y que aparecen inferiores a las margas, tal vez pertenecen al cretáceo inferior, y parece comprobar esta circunstancia el encontrarse en ellas restos espatizados de belemnites. En las cercanías de Gata se encuentran las margas de orbitolinas análogas a las del Cabo San Antonio y se ven las calizas blancas que contienen en algunos bancos muchas impresiones de ostras de gran tamaño. Estas calizas se encuentran también en la parte más occidental del Mongó, en el monte llamado de La Silla, y que, en efecto, tiene la forma de una silla de montar, formando el centro una depresión debida a la denudación de un tramo margoso entre dos niveles de calizas resistentes.

Las capas de calizas, ocultas un largo trecho bajo el cuaternario, asoman de nuevo sobre Pedreguer y se retiran después mucho hacia el Oeste para dar entrada al gran golfo cuaternario, en cuyo comienzo se halla situado el pueblo de Ondara.

Al Sur del pueblo de Denia, sobre el mar, se observan las mismas capas de caliza que en el cabo San Antonio se presentan casi horizontales, con un ligero buzamiento al Norte. Forman también grandes tajos sobre el mar y son muy compactas y en algunos bancos dolomíticas y en otros arcillosas, conteniendo orbitolinas y requienias. El cerro del castillo de Denia, que se levanta a 70 metros sobre la población, es un pequeño isleo de caliza cretácea marmórea y blanquecina y sus laderas están cubiertas en parte por un banco de formación reciente.

Mancha del centro.—Otra importante mancha del terreno cretáceo en Alicante es la que ocupa el centro de la provincia, y a la cual pertenecen los elevados picos del Cabezó, el Maigmó y la sierra del Cid. Se extiende esta mancha desde Petrel hasta Benidorm, con una longitud de 50 kilómetros y su mayor anchura, entre Jijona y Villafranqueza, es de cerca de siete kilómetros. Pocas regiones de la provincia se presentan con una orografía tan caprichosa como la que comprende esta zona. Aunque en ella se observa el plegamiento general de toda

la región, con su dirección SO. a NE., las sierras que integran esta formación cretácea presentan una gran variedad de direcciones, no formando un sistema seguido, como ocurre con las sierras numulíticas del centro de la provincia, sino presentándose aisladas en medio de terrenos mucho más bajos, formados también por el cretáceo o apareciendo erguidas entre otras formaciones más modernas. Este último caso es el de la sierra de la Cortina, que se presenta entre los macizos eocenos de la costa y las altas sierras derivadas de la Aitana, y el de las sierras del Cid, de Talls y de Ventós, que se alzan entre el eoceno y mioceno circundantes, mientras que la sierra del Almadén se eleva en medio de un terreno entre-llano, igualmente que las pequeñas sierras de Foncalent y Mediana, para no citar más que las más importantes.

El cretáceo inferior y el cretáceo se reparten casi por igual la extensión de esta mancha, perteneciendo al segundo todas las sierras de gran elevación cuyos picos están formados por calizas cenomanenses. Tales son la falda Norte de la sierra del Cabezó, el Maigmó y sus estribaciones y la Peña del Cid. Hay que exceptuar el elevado monte Cabezó, cuyas faldas meridionales pertenecen al cretáceo inferior.

La formación cretácea deja en descubierto a la del cretáceo inferior, principalmente en la parte meridional de esta mancha central, donde se presentan las margas de la última formación en grandes extensiones, mientras que al Norte únicamente se descubren en pequeños espacios, tales como el collado de la Madraba, cercanías de Torremanzanas, etc. Una disposición muy curiosa es la de los circos llamados *recós*, tales como los de Cortes y el Ample, donde se puede seguir la serie de los diversos niveles del cretáceo y del cretáceo inferior.

De la manera como se presentan repartidas estas dos formaciones y de su composición respectiva, resulta que, atendiendo a la naturaleza de las rocas, se pueden distinguir tres niveles generales dentro de esta mancha cretácea. El superior margoso, que forma grandes extensiones de terreno entre-llano y las faldas de algunas sierras, constituido por las margas blancas senonenses, sobre las cuales, en algunos puntos, se apoyan las maestrichtienses y danesas. El nivel medio es calizo y a él pertenecen los grandes macizos montañosos de la región. Las calizas duras, a veces

marmóreas, que la constituyen pertenecen al cenomanense.

Forman el nivel inferior las margas cenomanenses, inferiores a las calizas del mismo piso, y en mayor proporción las margas albenses, que son las que mayor desarrollo superficial alcanzan. A este nivel hay que añadir una facies caliza, principalmente del neocomiense, que forma algunos relieves de importancia en los términos de Busot, San Vicente, Muchamiel, y en la falda Sur de la sierra de Crevillente, y sobre todo las grandes masas calizas de Sierra Helada, importante macizo montañoso que pertenece a la formación aptense y que se alza en un saliente de la costa formando una península entre las puntas Bombarda y de la Escaleta.

También se deben considerar como pertenecientes a la mancha cretácea del centro de la provincia el islote de Benidorm y algunos asomos del cretáceo superior que aparecen entre el eoceno en las cercanías de Aspe, Novelda y Monóvar.

La sierra del Cid, la más occidental de las que integran esta mancha cretácea, se eleva al Este de los llanos de Elda y de Pretel, dominando por el Sur los de Agost, y por el Norte, con un importante tajo, la inextricable serie de barrancos que limitan la formación eocena de los Castellarets.

Su pico más alto pasa de los 1.000 metros de altitud, y la sierra en conjunto forma una extensa bóveda, pues si bien las calizas de su clima se levantan en sus bordes, dibujando con gran claridad la meseta que se llama Silla del Cid, observando la formación más en grande puede notarse que los estratos buzan sucesivamente hacia Petrel, hacia la Partida de Pozo Blanco y hacia los llanos de Agost por la partida de Tarrac.

Sólo al Norte se levantan los estratos, dejando al descubier to el cretáceo inferior del Collado de la Madraba, donde se presentan las margas neocomienses con fósiles piritosos, muchos de ellos indeterminables. En estas margas se encuentran: *Terebrátula tamarindus*, Sow; *Rhynconella Malbosi*, *Phylloceras Tethys*, d'Orb; *Phylloceras Rouyanum*, d'Orb; *Hoplites neocomienses*, d'Orb; *Belemnites dilatatus*, Blainv; *B. Emeric*, Rasp; *B. bicanalicatus*, Blainv. Sobre este nivel se encuentra otro de margas más claras, sin fósiles, probablemente albenses, sobre las que se apoyan las calizas cenomanenses con orbitolinas, que forman la cumbre y que a su vez van a ocul-

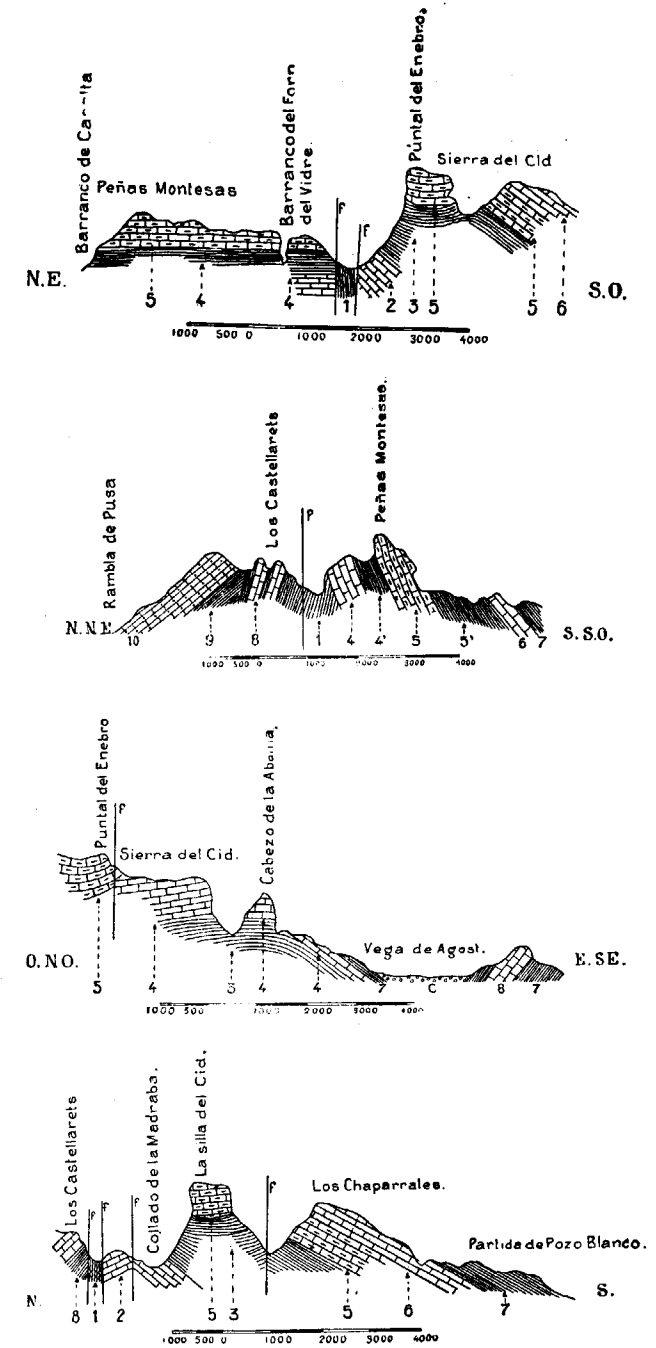


Fig. 2.ª (D)

Fig. 2.ª—Estructura geológica de la sierra del Cid y Peñas Montesas.

1, Margas abigarradas triásicas con yesos; 2, Calizas margosas del neocomiense; 3, Margas albenses; 4, Calizas blancas cenomanenses; 4', Margas cenomanenses; 5, Calizas anteadas cenomanenses; 6, Calizas senonenses; 7, Margas blancas senonenses; 8, Calizas y margas eocenas; 9, Margas miocenas; 10, Moladas miocenas; C, Cuaternario.

tarse en la llanura bajo las margas blancas senonenses que rodean por la base toda la parte meridional de la sierra del Cid, formando una media luna. Esta es la constitución de la sierra, si bien dentro de esta estructura general es variadísima en sus accidentes, y la antes citada bóveda que forman las calizas cenomanenses se halla partida por el barranco de los Chaparrales, donde asoman las margas inferiores, lo que hace que la sierra, sobre todo vista desde Petrel, aparezca formada por dos macizos diferentes, la Silla más al Norte y los Chaparrales al Sur.

Las capas de fuertes calizas que se levantan en la falda Norte de la sierra del Cid se pueden seguir en su dirección hacia el Este por las peñas Montesas hacia la cumbre del Maigmó. Las capas calizas buzcan hacia el Sur y se ocultan bajo las margas senonenses en que a su vez se apoya el numulítico de Agost. Por el Norte, una falla separa las margas inferiores a las calizas, del numulítico de los Castellarets y el Perriot. De manera que las calizas de la sierra del Cid forman una superficie alabeada, presentando hacia la Madraba un borde levantado y hacia los llanos de Agost una concavidad rellena por las margas senonenses. Próximo al eje de esta violenta plegadura pasa el barranco del Forn del Vidre.

La falla que separa el cretáceo del numulítico al Norte de Peñas Montesas se pierde en el Pico Maigmó, donde las calizas cretáceas, sufriendo una nueva plegadura, se ocultan bajo las margas de aquella formación. En el Maigmó las potentes capas de calizas cenomanenses orientadas de E. NE. a O. SO. buzcan fuertemente al E. SE. Las calizas de la cumbre son blancas, muy compactas, y alcanzan un enorme espesor, constituyendo toda la masa del Maigmó. Encima de estas calizas se encuentran las anteadas, que forman dos picos más bajos y como dependientes del Maigmó; el Crestall al Este y la Horca al Sur.

El Collado del Maigmó es un profundo barranco orientado de E. NE. a O. SO. que comunica la vega de Agost con la hoya de Castalla. Al Sur está limitado el Maigmó por la Garganta Roig, que lo separa de la sierra de Ventós. Hasta esta garganta, donde asoman los yesos del triás, llegan las capas de calizas cubiertas por las margas blancas y desde el Sur de la garganta, donde acaso haya una falla orientada según la corrida

de los yesos, se levantan las margas y calizas del cretáceo superior, que buzcan hacia el Norte y forman las cumbres de la sierra del Ventós dejando al descubierto el cretáceo inferior, que forma la vertiente meridional de dicha sierra. Desde este paraje, el cretáceo inferior, compuesto casi únicamente por margas, forma un anticlinal muy denudado y en la vertiente Sur de la sierra de Talls vuelve a ocultarse bajo el cretáceo.

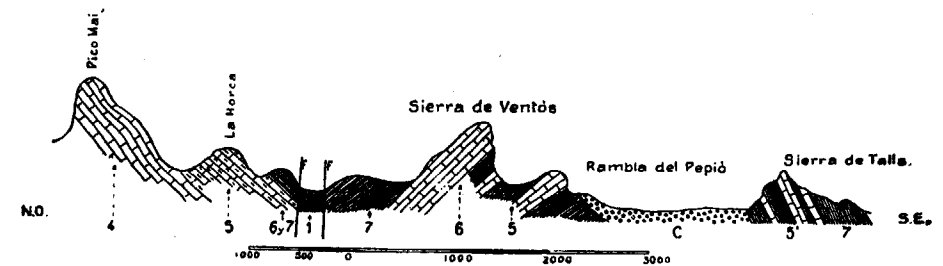


Fig. 3.ª—Corte al Mediodía del Maigmó.

1, Margas abigarradas triásicas; 4, Calizas blancas cenomanenses; 5, Calizas anteadas cenomanenses; 5', Calizas y margas cenomanenses; 6, Calizas senonenses; 7, Margas senonenses; C, Cuaternario.

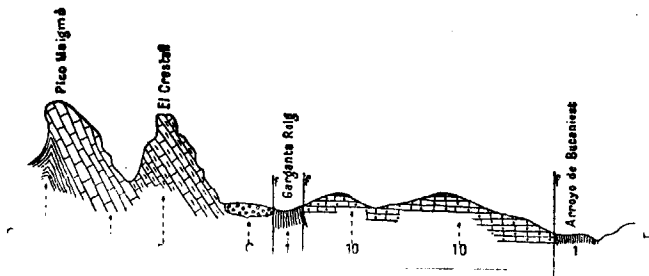


Fig. 4.ª—Corte por la vertiente oriental del Maigmó.

1, Margas abigarradas triásicas; 3', Margas cenomanenses; 4, Calizas blancas cenomanenses; 5, Calizas anteadas cenomanenses; 10, Moladas miocenas; C, Cuaternario.

Hacia el Este las margas del cretáceo inferior se continúan por el Castellet, por el Sur del Cabezo de Cubillas y del Vuelo de Aguila, extendiéndose hasta Muchamiel, Villafranqueza y San Vicente. Esta extensión de terreno está constituida por margas albenses en las que se encuentran: *Hemiasster phrynus*, Desor; *H. minimus*, Desor; *Natica excavata*, Mich; *Desmoceras latidorsatum*, Mich; *Brancoceras varicosum*, Sow, etc.

No faltan, sin embargo, algunos parajes en los que existen margas cenomanenses seguramente, pero no es fácil hacer el deslinde, y únicamente al Sur de la sierra del Almadén, en las cercanías del Monte Cabezó, he podido recoger algunos fósiles francamente cenomanenses: *Orbitolina concava*, Lamk; *Salenia Scutigera*, *Discoidea cilindrica*, Agas; *Periaster Verneuli* Desor; *Hemiaster Bufo*, Desor; *Hemiaster Leimerici*, Desor; *Acanthoceras Mantelli*, Sow; *Mortonicerias inflatum*, Sow, y otros muchos en muy mal estado de conservación.

La misma formación se extiende hasta la línea del ferrocarril de Madrid, entre las estaciones de San Vicente y de Monforte. El triásico se presenta en varios puntos, interrumpiendo la continuidad de la formación, que a veces también se halla oculta bajo el cuaternario. Al Norte de la estación de Monforte se alza la Loma Redonda; algo más al Oeste la Serreta Larga y el Monteagudo, colinas que pertenecen al cretáceo superior, sobre el que descansa el numulítico y que están formadas por margas y calizas blancas de grano fino, conteniendo *Micraster coranginum*, Klein, y *Stegaster altus*, Senn. El Cabezó de Gil Martínez es otra de las lomas cretáceas que se destacan en la llanura ocupada en casi toda su extensión por las margas senonenses.

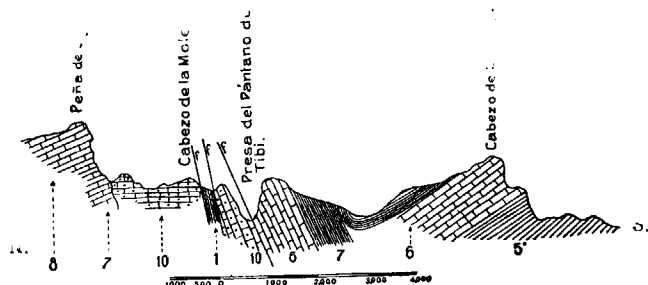


Fig. 5.—Corte de la Peña de Jijona hacia el Sur.

1, Margas yesíferas triásicas; 5, Margas cenomanenses; 6, Calizas cenomanenses; 7, Margas blancas senonenses; 8, Calizas eocenas; 10, Molasas miocenas.

Al Sur de la línea del ferrocarril hasta la faja de terreno mioceno de las sierras de las Atalayas y el Tabeyan, se encuentra una gran extensión del cretáceo inferior que forma las sierras de Foncalent, Mediana y falda oriental de la de San Pascual. Estas tres sierras están dirigidas próximamente de NE. a SO. y comprenden entre las dos primeras un valle de unos cinco

kilómetros de anchura, estando la sierra Mediana situada entre las otras dos y hacia el extremo septentrional de dicho valle.

La composición del suelo de este valle es muy homogénea; está formado por margas verdes y calizas, alternantes con lechos de arenisca micácea que contienen gran cantidad de fósiles del piso aptense, entre ellos muchos ammonites piritosos de pequeño tamaño que se presentan entre las margas verdosas y muchos ejemplares de belemnites: *B. planus*, *B. semicanaliculatus*, Blain; y contienen además: *Echinoconus castanea*, Brong; *Acanthoceras Martini*, d'Orb; *Hoplites fissicostatus*, Phill. Las margas azuladas que alternan con las calizas y areniscas verdes micáferas contienen gran cantidad de orbitolinas, *O. conoidea* y *O. discoidea*, especies aptenses, encontrándose también fósiles neocomienses de las capas inferiores. Hacia el Este del valle, estas capas se apoyan sobre el triás que aparece en algunos puntos entre los grandes derrubios de la sierra de Foncalent, que ocultan el contacto de ambos terrenos, así como el del triás con el albense de la falda occidental de dicha sierra.

La sierra de Foncalent está limitada al Oeste por una falla longitudinal a Poniente de la cual los derrubios de la sierra cubren en grandes espacios las capas muy plegadas del albense, que a causa de dicha falla viene en contacto con el titónico que forma la cresta de la sierra de Foncalent. Dicha formación albense se extiende todo a lo largo de la sierra en una estrecha faja que se une más al Norte con la mancha de San Vicente. A Levante de la falla, las capas neocomienses se apoyan sobre las jurásicas y sostienen a su vez a las aptenses, terminando la serie el albense que se prolonga hasta las inmediaciones de Villafranca. Al Oeste de la falla mencionada se encuentra otra de menor importancia que pone en contacto el albense con el triás en que se apoyan las capas del cretáceo inferior que ocupa el valle entre la sierra de Foncalent y San Pascual. Un gran número de fallas transversales cortan las masas de la sierra, especialmente en su vertiente oriental, y otra de mayor importancia en el extremo meridional.

En suma, el cretáceo inferior ocupa una gran extensión, lindando al Sur con el mioceno y formando por esta parte de la provincia el borde de las formaciones secundarias. La serie de las diversas hiladas del cretáceo inferior se suceden de arriba a

abajo y de Oeste á Este desde la falda oriental de la sierra de San Pascual hasta la primera falla de la sierra de Foncalent, donde se apoya sobre el triás; entre esta falla y la siguiente sólo se presenta el albense, estando por tanto hundido el resto de la serie, por lo que se debe admitir la existencia de un salto directo en dicha falla, a partir de la cual la serie natural se vuelve a presentar con bastante regularidad desde el titónico de la cumbre hasta el albense.

Hacia el extremo Oeste de esta mancha de cretáceo inferior van a ocultarse las margas de dicha formación buzando al SO. bajo el mioceno y en discordancia con las capas de este terreno que forma la vertiente occidental de las sierras de San Pascual y de la Alcoraya, pasando la línea de separación de ambas formaciones por la arista de la primera de dichas sierras.

Por el Este de la sierra de Foncalent se prolonga el cretáceo inferior, que forma la Serreta Negra y alcanza hasta la sierra de las Atalayas en las cercanías de Alicante y por el Oeste de Villafranqueza, donde se oculta bajo formaciones más modernas. Ya no hay más asomos del cretáceo hacia la costa, a excepción del que aparece en la base de algunas colinas terciarias, en las inmediaciones de la capital, como ocurre en el cerro del Castillo de San Fernando. Las margas del cretáceo inferior, buzan próximamente al Norte, y se ocultan bajo las calizas del cretáceo medio en los cerros de Cubillas y el Vuelo del Aguila; las calizas forman un amplio sinclinal cuyo fondo ocupan las margas senonenses. La mancha cretácea se halla limitada al Norte por el mioceno de la hoya de Castalla, en cuyas capas más meridionales de molasas muy levantadas se apoya el muro de la presa del barranco de Tibi.

La Peña de Jijona está formada por calizas numulíticas que se apoyan con marcada discordancia sobre las margas senonenses con *Micraster corlestudinarium*, Agas; *Stegaster Bouillei*, Cott; *Hemiaster nucleus*, Desor, y *Conoclypus acutus*, Agass; que asoman en su falda meridional y que á su vez se apoyan sobre las calizas senonenses.

En este paraje hay que hacer notar la disposición en que se presentan el eoceno y los diferentes pisos del cretáceo.

A partir del Oeste de la Peña de Jijona, donde una falla separa este macizo motañoso del mioceno de Tibi, y pone de ma-

nifiesto las margas senonenses inferiores a las calizas numulíticas, se sigue en dirección al Este; primero el numulítico de la Peña, que otra falla separa del cretáceo inferior que se extiende al Norte del pueblo de Jijona, si bien en una pequeña extensión. Encima de esta formación sigue la serie de los diversos niveles cretáceos en orden natural, margas y calizas cenomanenses, calizas senonenses y margas blancas senonenses. Estas últimas ocupan una considerable extensión al Norte de la sierra del Almadén y del Monte Cabezó por la orilla izquierda del barranco de la Torre, donde descubren al cretáceo inferior compuesto de margas azuladas y grandes bancos de calizas neocomienses, conteniendo *Rynchonellas*, restos de grandes ammonites y ammonites piritosos. Al pie de la falda Oeste del Cabezó, se presentan sobre las margas senonenses las margas abigarradas del danés, y sobre éstas una estrecha faja de calizas glauconiosas probablemente numulíticas. En este punto se presenta una nueva falla y vuelve a repetirse la serie de las formaciones cretáceas.

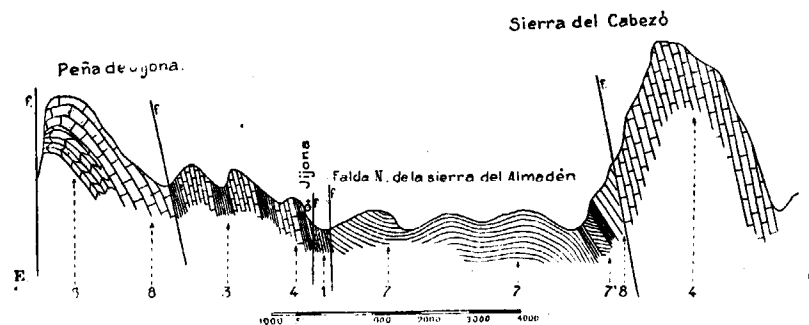


Fig. 6.—Corte de la Peña de Jijona a la sierra del Cabezó.

1, Margas yesíferas triásicas; 3, Calizas y margas albenses; 4, Calizas cenomanenses; 6, Calizas senonenses; 7, Margas blancas senonenses; 7', Margas maestrichtienses; 8, Calizas glauconiosas, probablemente eocenas.

Las margas blancas senonenses, que tienen en esta comarca un espesor notable y que se presentan dobladas y rizadas en muchos pliegues, se apoyan sobre las calizas cenomanenses que forman la arista saliente de la sierra del Almadén. Esta sierra, orientada de O. SO. a E. NE., domina el extenso espacio de terreno llamado el Espartal, donde se muestran las margas del cretáceo inferior que asoman bajo las calizas cenomanenses en la falda meridional de dicha sierra. En toda la comarca que se

extiende por el Sur hasta el término de Muchamiel, ocupan el suelo las margas albenses, donde se encuentran *Acanthoceras* y equinodermos. Las margas y calizas cenomanenses sólo aparecen como testigos en la cúspide de algunos cerros, como ocurre en la serrezuela llamada Alto de Vicent, Partida de la Gorgera y otros de los muchos que se encuentran separados por profundos barrancos que cruzan el terreno ondulado del Espartal que en su conjunto es una hondonada anticlinal, formada por las margas del cretáceo inferior y producida por la denudación de éstas, denudación que afectó aún más al cenomanense que parece haber sido barrido, quedando de él solamente restos separados como aquellos que se acaban de mencionar. A unos seis kilómetros de la costa, las margas senonenses se presentan en una corta extensión y son cubiertas por el numulítico que forma el litoral.

A Levante de esta región se eleva la sierra del Cabezó, orientada casi de Norte a Sur en una longitud de cerca de 10 kilómetros y que alcanza la altitud de 1.200 metros próximamente. En su extremidad Norte, las calizas cretáceas buzan fuertemente hacia el Este y se ocultan bajo las margas superiores que sirven de sostén a las calizas y margas eocenas de las sierras de la Grana, el Enchinal, el Figueret, etc., que se alzan más al Norte, a Poniente de Rellou. Los grandes bancos de calizas cenomanenses blancas y anteadas dejan al descubierto en la parte meridional de la sierra del Cabezó el cretáceo inferior, presentándose este terreno con un gran desarrollo en las cercanías de Busot y Aguas. Las margas azuladas y las areniscas micáceas contienen muchos fósiles: *Orbitolina lenticularis*, d'Orb; *Heteroceras bifurcatum*, d'Orb; *Dulavia dilatada*, d'Orb, etcétera. Es muy digna de mención la caliza oolítica ferruginosa que se presenta en el mismo pueblo de Busot, y cuya formación es debida indudablemente a fenómenos de infiltración.

Desde la sierra del Cabezó hacia Levante la mancha cretácea se estrecha considerablemente y el numulítico de la costa forma un golfo prolongado que penetra en aquella formación por la falda SE. de dicha sierra. El suelo lo forman, en grande extensión, las margas blancas senonenses, que lo mismo que el resto de la formación cretácea, se presentan muy onduladas formando extensas navas entre algunos cerros derivados del Cabezó.

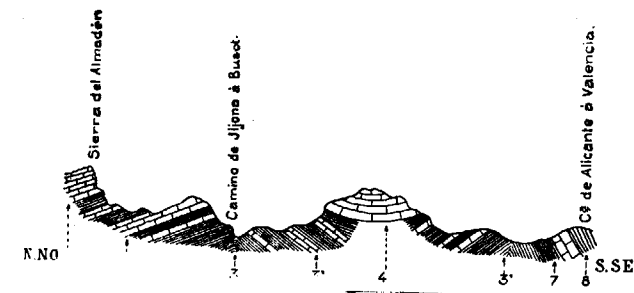
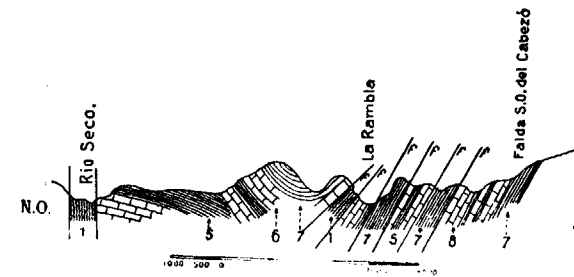
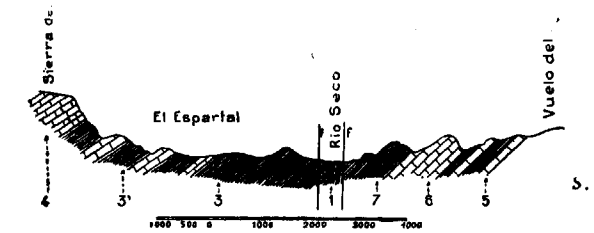


Fig. 7.^a—Estructura geológica de la comarca al Sur de la sierra del Almadén.
1, Margas yesíferas triásicas; 3, Margas albenses; 3', Calizas y margas cenomanenses; 4, Calizas cenomanenses; 5, Calizas y margas del cretáceo medio; 6, Calizas senonenses; 7, Margas blancas senonenses; 8, Calizas y margas eocenas.

La orografía del territorio se debe al plegamiento indicado, seguido de una fuerte denudación, de manera que, en general, los collados corresponden a otros tantos anticlinales, y a sinclinales los cerros en el borde de cuyas cumbres aparecen frecuentemente bajo las margas blancas las calizas cenomanenses. En esta comarca, tan bien estudiada por Nicklés, se presenta la curiosa formación de los *recós*, nombre que dan en el país a extensos circos de hundimiento, de los cuales el más notable es el llamado Recó de Cortes.

Una primera fractura del terreno en donde éste forma un pliegue anticlinal debió ser, dando paso a las aguas, el origen del arrastre de las margas del núcleo del pliegue, quedando las calizas sobre el vacío así producido y desplomándose después. Así parece deducirse de la observación de estos circos, y en el Recó de Cortes he recogido en su fondo fragmentos de las calizas cenomanenses que en otro tiempo formaron una bóveda cuyos arranques se marcan en los bordes superiores del circo. La bóveda tenía una caída hacia E. SE., dibujando el perímetro de su sección una especie de carpanel. Las margas inferiores buzan hacia la periferia, es decir, corresponden a un pliegue anticlinal, y en ellas se pueden seguir los distintos pisos del cretáceo inferior desde el neocomiense al albense, siendo muy abundantes en ellos los fósiles. Sobre las margas más superiores del cretáceo que rodean los bordes del circo se apoyan concordantes las hiladas eocenas. En el estrecho del Olivoner, en el extremo oriental del *recó* se marca el límite de la mancha cretácea, que termina por el Norte en las inmediaciones de Orqueta en las vertientes de la Peña de Vellá, remate cretáceo de la sierra de Relleu.

El cretáceo se prolonga hacia el Este por las sierras de Orqueta y de la Cortina. En la sierra de Orqueta se marca un anticlinal formado por las calizas blancas senonenses, en las cuales se apoya un gran espesor de margas maestrichtienses. Sobre éstas se encuentran margas garumnenses rojas y verdes con *Coraster Vilanovae*, Cott; *Stegaster intermedins*, Gav; *S. altus*, Senn, etc. Este anticlinal asoma entre el eoceno de la costa y Castellet y Puig Campana. La sierra de la Cortina es de análoga estructura, pero sus estratos se levantan dejando al descubierto en pequeños espacios las margas del cretáceo inferior,

las cuales contienen ammonites. Las mismas capas de calizas cretáceas de la sierra de la Cortina se vuelven a encontrar en el islote de Benidorm a cuatro kilómetros de la costa.

Entre la sierra de la Cortina y Alfaz se extiende una gran llanura cuaternaria, por la cual se abren paso varios profundos barrancos, en cuyo lecho asoman el cretáceo inferior y el superior representados por margas y delgados lechos de calizas. En estos barrancos, que son los de Devesa, Carboneras, Hondo, Mañera y Derramador, se presentan las hiladas cretáceas en orden descendente desde el origen, (donde asoman también las margas con yesos triásicos, como es regla general en todos los barrancos de la provincia), hasta las inmediaciones de la costa donde las capas más inferiores descansan sobre el aptense de la sierra Helada. Las capas superiores pertenecen al garumnense, representado por margas rosáceas y verdosas iguales a las que se encuentran en la falda occidental de la sierra de Orqueta y que también asoman bajo el eoceno en los barrancos que se derivan de la sierra del Cabezó.

Las mismas margas coloreadas, con *Stegaster* y *Coraster*, se presentan en las cercanías de Alfaz, en la Caseta Vieja, Barranco de Devesa y Foyes Blanques; en todos estos lugares las margas citadas se sobreponen a las maestrichtienses y, como toda la región está muy trastornada, unas veces se encuentran en contacto las últimas capas citadas con el eoceno, como ocurre en Foyes Blanques (si bien los depósitos cuaternarios no dejan observar dicho contacto) y en otros parajes, como en las inmediaciones de la Caseta Vieja y cabecera del Barranco de Devesa, las margas del cretáceo se apoyan con fallas, contra el triás, y, en general, en esta región, tanto el cretáceo como el eoceno, aparecen en trozos desgajados de la masa principal bajo la acción de las erupciones sulfurosas del triás.

La sierra Helada forma una especie de península elevada, que se destaca en la costa entre la rada de Altea al Norte y la de Benidorm al Sur. La dirección general de esta sierra es al E. NE. y sus estratos buzan frecuentemente al NO. presentando altos acantilados por la parte del mar.

La estratigrafía de esta sierra es muy regular, pero la falla que corre paralelamente a su eje, cerca de la orilla, y la erosión que han sufrido las rocas, ya por las mismas aguas del mar,

ya por las de lluvia, le dan un aspecto muy bravío que contribuye, con la falta de vegetación, a justificar el nombre que lleva. De esta sierra dice Nicklés: "surcada por barrancos la vertiente del NO., cada uno de éstos dibuja en su origen con gran regularidad un verdadero circo de paredes abruptas de modo que cuando se contempla desde lejos, sobre todo a la puesta del sol, no parece sino que se divisan diversos cráteres rotos y escalonados." Toda la masa de la sierra, a excepción de algunas capas neocomienses que afloran en la orilla al extremo SO., pertenecen al piso aptense, encontrándose en ella: *Orbitolina lenticularis*, d'Orb; *O. conoidea*, A. Gras; *O. discoidea*, A. Gras; *Ostrea Macroptera*, Sow; *O. cónica*, Sow, y muchos restos de equinodermos espatizados.

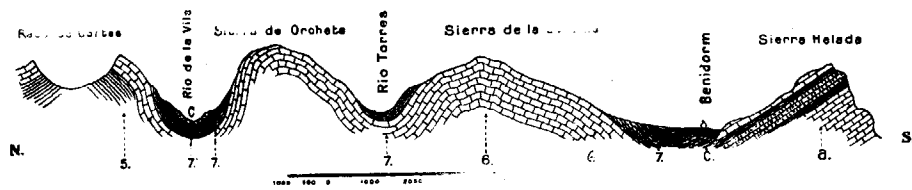


Fig. 8.ª—Corte del Recó de Cortes a Sierra Helada.

A, Aptense; 5, Margas cenomanenses; 6, Calizas senonenses; 7, Vargas senonenses; 7', Margas maestrichtienses; C, Cuaternario.

Algunos asomos cretáceos se presentan también cerca de Callosa de Ensarriá. Están formados casi exclusivamente por capas del piso maestrichtiense y acaso también del senonense, apoyadas sobre el eoceno.

Mancha del Oeste.—Las sierras de Pansas y de Salinas, prolongación hacia el Este de la importante sierra del Carche que se eleva en la provincia de Murcia, se encuentran sirviendo de límite entre ésta y la de Alicante y se continúa hacia Levante por la sierra Carbonera y hacia el Norte por la sierra del Castellar y el Cabezo del Fraile, la sierra del Rincón y otra serie de alturas de mayor o menor importancia que se alzan a Poniente del gran llano cuaternario de Villena. Estos asomos del cretáceo deben referirse a sistemas de sierras que pertenecen a las provincias de Albacete y Murcia, y solamente sus últimas estribaciones son las que penetran en la provincia de Alicante. De manera que en esta región de Villena se presenta la mayor solu-

ción de continuidad en las formaciones secundarias que componen las masas montañosas de la cordillera Bética.

Los macizos de calizas cretáceas que forman el límite de Alicante con Murcia aparecen, sobre todo en las cercanías de Villena, como series de lomas redondeadas que se destacan entre los depósitos del cuaternario, que alcanza en esta región verdadera importancia, y más al Sur, en las sierras del Rincón, el Castellar, Carboneras y Salinas, se presenta con el aspecto abrupto que suelen ofrecer por lo regular en la provincia de Alicante las formaciones cretáceas, contrastando con la llanura que se extiende por el Norte y el Este hacia Villena y Sax, y por el Sur hacia la gran hondonada que ocupa la laguna de Salinas. El cretáceo de estas sierras está formado por grandes bancos de calizas compactas que buzan al SE. y bajo las cuales aparecen en algunos barrancos, correspondientes a ejes rotos de pequeños anticlinales, las margas verdes cenomanenses subyacentes que contienen orbitolinas y equinodermos. En conjunto, esta formación cretácea, que por el N. O. limita la mancha miocena del Pinoso, forma un anticlinal de calizas, cuya rama mayor buza hacia la planicie miocena. Limitando esta planicie por el Sur reaparece la formación cretácea en la sierra del Coto, marcando las capas un sinclinal tendido, por debajo de cuya rama meridional asoman las margas verdes apoyadas sobre las calizas jurásicas de la sierra de Cavarrasa y Cova Fría.

Serie terciaria.

Sistema eoceno.

Este sistema, que alcanza gran desarrollo en todo el Mediodía de España, presenta sus asomos más orientales en la provincia de Alicante. No se encuentra dicha formación en toda la parte central de la Península, y en la costa de Levante no vuelve a presentarse hasta Cataluña, donde aparece la formación eocena pirenaica ya con muy diferentes caracteres a los que ofrece en la región alicantina.

El eoceno de Alicante pertenece a la misma formación que se halla tan desarrollada en Andalucía y Murcia y que también puede observarse en las Baleares; esto es, el eoceno medio, y en ella se pueden distinguir tres horizontes principales. El nivel inferior está constituido por margas azuladas muy ricas en fósiles, especialmente equinodermos y alternando con algunas capas de calizas de escasa potencia. El piso medio está formado por calizas sabulosas muy ricas en numulitos, las cuales en algunos bancos adquieren el aspecto franco de maciños y, en otros puntos son substituídas por unas calizas duras, compactas, algo silíceas, de color azulado muy oscuro que pasa a un color de ocre al contacto del aire. Esta clase de calizas es muy pobre en fósiles. El carácter distintivo de este nivel medio es la gran homogeneidad de su composición, dentro de las variantes que se acaban de indicar: la monotonía con que se suceden los bancos de calizas compactas, de maciños y de margas.

El piso superior del eoceno lo forman calizas que se presentan sobrepuestas a las anteriores en bancos muy potentes. Estas calizas son muy compactas, algunas veces casi cristalinas y contienen abundantes numulitos. Algunos bancos, los más superiores, son de caliza blanca espática, que es una lumaquela de ejemplares de *Operculina ammonia*.

Esta es la disposición general de las hiladas del eoceno de Alicante, pero es muy común que falten algunos de los niveles citados; así, en algunas comarcas, sobre las margas numulíticas se apoyan directamente las calizas del mioceno; a su vez las margas del nivel inferior faltan algunas veces y las calizas sabulosas del nivel medio se apoyan discordantes sobre el cretáceo o sobre formaciones más antiguas. Hay dos niveles que limitan claramente la formación eocena: las margas azuladas con equinodermos por su parte inferior y las calizas blancas con *Operculina ammonia* por la superior. Los mayores relieves eocenos de la provincia están formados por las calizas sabulosas del nivel medio, y a este nivel pertenecen también en la vecina provincia de Murcia las sierras de Ascoy, de Ricote etc. y las capas numulíticas que se apoyan sobre el jurásico en la sierra de España.

La misma formación se extiende desde Alicante siguiendo la costa hasta Altea. Se presentan las calizas y margas alternadas, buzando generalmente hacia el mar; pero en otras comarcas, sobre todo en las derivaciones de la sierra Aitana, los estratos se presentan muy levantados y rotos, según una serie de fallas sucesivas correspondientes a otros tantos barrancos y algunas veces sensiblemente paralelas entre sí, como ocurre en las cercanías de Torremanzanas y Relleu.

Debo también mencionar, en el eoceno de Alicante, la formación designada por Nicklés con el nombre de pudingas de Milleneta. Es esta formación un conglomerado de gran espesor que yace sobre el cretáceo en estratificación discordante al Oeste del puerto de Milleneta. Entre los cantos que constituyen dicho conglomerado se ven muchos de calizas con numulitos y alveolinas propios de la base del eoceno medio, lo que prueba que son posteriores a esta formación; como, por otra parte, no se encuentra en dicho conglomerado ningún canto de caliza helvética, puede suponerse que es anterior al mioceno, quedando, por lo tanto, su edad limitada entre el eoceno medio y el mioceno inferior.

La extensión que alcanza el numulítico en Alicante se halla repartida en tres manchas principales. La más importante se extiende de Este a Oeste desde Cabo Calpe hasta las cercanías de Villena, donde se alza la Peña Rubia con sus grandes bancos de calizas que dominan la planicie cuaternaria que se ex-

tiende hacia Poniente. Esta gran mancha eocena forma una faja de contornos muy sinuosos, cuya extremidad occidental presenta una bifurcación con el vértice en Ibi, extendiéndose, desde este punto, las dos ramas, Norte y Sur, hasta Sax y Tibi, respectivamente.

La faja eocena se encuentra limitada al Norte y al Sur por dos fajas cretáceas, disposición que está en perfecto acuerdo con la tectónica de la región, pues claramente se observa que en esta parte, el eoceno, que se apoya sobre el cretáceo infra-yacente, se halla alojado en un gran pliegue de los que forman los terrenos más antiguos y siguiendo la dirección general de estas plegaduras en la región. Los grandes trastornos que a su vez presentan las capas eocenas demuestran que con posterioridad a su depósito fueron comprimidas estas últimas entre los bordes cretáceos.

A la misma faja del eoceno pertenecen: la sierra de Bernía, las Peñas de Holtá, Peñas de Tárbená, sierras Almedía, Aitana y sus estribaciones, de Sella, Puig Campana, etc., sierra de Relleu, sierra de Torremanzanas y Carrascal de Torremanzanas, que se extiende entre este último pueblo y Penáguila, donde las capas numulíticas presentan un escarpe inaccesible, acribillado de cavernas y oquedades de formas muy caprichosas. Toda esta formación del centro de la provincia pertenece al nivel medio antes descrito, compuesto de capas de margas y de bancos de calizas y areniscas arcillosas que suman un enorme espesor. En el gran núcleo de formación eocena comprendido entre Tárbená, Callosa de Ensarriá, Relleu y Penáguila, el suelo se halla sumamente trastornado y pueden verse las capas numulíticas muy plegadas, levantadas a menudo hasta la vertical y a veces invertidas. En Puig Campana, donde las calizas numulíticas se presentan casi verticales, se observa un borde dentellado, hallándose aquí la curiosa brecha conocida con el nombre de Cuchillada de Roldán. La caliza del Puig Campana contiene en gran cantidad *Nummulites planulata*, d'Orb, y también, aunque en menor proporción, *N. perforata*, d'Orb; *N. granulosa*, Arch; *N. biarritzensis*, Arch, además de varias especies de *Orbitoides* y muchos equinodermos.

La curiosa disposición de las capas numulíticas en las cercanías de Penáguila tiene alguna analogía con la que ofrecen

las mismas capas en el barranco de la Librería, al Norte de Jijona, con la sola diferencia de ser en esta última comarca muy pobres en fósiles y ser éstos muy abundantes en Penáguila.

También contrasta el gran trastorno que presenta la formación eocena en la comarca del Norte de Orcheta con la regularidad de los mismos depósitos numulíticos en las sierras Carrasqueta y Valero. Desde esta última se puede observar la discordancia del eoceno, que también forma la Peña de Jijona, con el cretáceo, que se extiende más al Sur. El Carrascal de Alcoy, El Serrat, la sierra de los Talayes, etc., son una serie de sierras que relacionan los grandes macizos numulíticos del centro de la provincia con las sierras del Coto y de Peña Rubia, entre los cuales se alzan las pequeñas colinas con que finaliza por esta parte el eoceno.

También deben referirse a esta faja numulítica que cruza la provincia algunos pequeños asomos eocenos, tales como el de Cocentaina al Sur de Sierra Mariola y el de la comarca de Petrel al pie de la sierra del Cid.

Como continuación de la misma faja eocena debe considerarse la que desde las cercanías de Sax se prolonga por el Sur hasta Aspe, separando la formación miocena del valle del Vinalapó de la del Hondón de Monóvar y el Pinoso. Realmente no se puede decir que haya entre la mancha numulítica antes citada y esta segunda, verdadera solución de continuidad, pues el peñón numulítico del Castillo de Sax acusa bien claramente la continuación del eoceno a poca profundidad bajo el mioceno y el diluvial que forman el valle.

Esta segunda faja eocena está constituida en toda su extensión por una porción de sierras independientes: sierras de la Sima, de la Camara, Peña de Boloni, Cerro del Bilaire, sierras del Duaimi, de Beties, de la Horna, etc.

Los estratos de estas sierras se levantan casi hasta la vertical y siguen aproximadamente la dirección de una gran falla que atraviesa esta parte de la provincia desde el Este de Villena hasta los macizos jurásicos del Norte de Crevillente.

Sobre un isleo de calizas numulíticas, cuyos estratos buzan casi hasta la vertical, en igual forma que en la sierra de la Peña Rubia, se presenta el Castillo de Sax que se eleva en medio de la llanura cuaternaria. Idéntica constitución es la de las Pe-

ñas de Cabrera, presentándose en la cumbre las calizas numulíticas, mientras que las margas inferiores se prolongan por la ladera Norte y se continúan por la llanura, asomando bajo el cuaternario, entre dichas Peñas y la sierra Carbonera.

En la ladera meridional de la sierra de la Horna, cuyos estratos buzan al SO., se puede ver cómo el numulítico cubre a las margas blancas senonenses, e igualmente ocurre en el Monte Agudo de Novelda, donde estas margas aparecen bajo el numulítico, que se extiende por el Norte de la Horna hasta las proximidades de dicho pueblo; en esta vertiente de la sierra se marca con mucha claridad el borde de la falla antes mencionada. El límite entre el numulítico y el mioceno sigue paralelamente al camino de Novelda a Monóvar. El eoceno forma las lomas de la Horna Alta y Horna Baja, cuyos bancos de calizas ofrecen gran inclinación, y de la misma manera se presentan los estratos en la inmediata sierra de Beties. Las calizas que componen esta última sierra no contienen tan gran número de numulitos como las de la del Duaimi que se eleva algo más al Oeste formada por calizas muy potentes que alternan con lechos de margas. En el extremo septentrional de esta sierra se encuentra la Peña de la Safra. Al Norte del Duaimi se alza el cerro del Bilaire, cuyas capas buzan ligeramente al NE.

Todas las sierras que se acaban de nombrar están constituidas por las calizas arenosas azuladas con numulitos que forman el piso medio de los tres en que se puede considerar dividido el eoceno de Alicante. Algunas calizas son muy compactas y blancas y, además, se presentan en bancos muy regulares, lo cual las hace ser de excelentes condiciones para la edificación. Tal ocurre en el Norte de la Horna, en las cercanías de Novelda y en otros puntos, como la sierra de la Solana, cuya falda meridional cubre el mioceno, y la Peña de Boloni formada por calizas eocenas casi marmóreas, debajo de las cuales asoman las margas del triás.

Más cerca del Vinalapó el eoceno queda cubierto por el mioceno, que, a su vez, se encuentra cortado por el triás en muchos puntos distintos. El eoceno vuelve a aparecer al NE. de Petrel en una región muy trastornada, comprendida entre la sierra del Cid y el Maigmó, donde la formación numulítica se extiende según una estrecha faja que, con una doble inflexión,

se dirige sensiblemente de Este a Oeste, constituyendo las sierras de los Castellarets, el Perriot y algunos cerros de menor importancia. El eoceno de esta mancha está formado por calizas y margas que buzanan generalmente al NE., pero con abundantes cambios de buzamiento y dirección.

La faja eocena está cortada por muchos barrancos, tales como el de la Boca del Estrecho, el Salt del Palomaret y otros varios que desaguan en el barranco del Forn del Vidre, en el de Cachuli y el de Catí; este último nace al pie de la peña del mismo nombre en la que se halla el límite por esta parte de la formación eocena.

Las roturas del suelo son muy frecuentes en esta mancha numulítica, como lo muestra la presencia de las margas triásicas en el fondo de los barrancos; pero entre estas roturas se destacan dos fallas más importantes que forman ángulo entre sí: una de ellas, dirigida de Este a Oeste, pasa por el collado de la Madraba, y la otra, que sigue aproximadamente la misma dirección e inflexiones que la faja eocena, separa a esta formación de la cretácea de las Peñas Montesas y el Maigmó.

Otra mancha del eoceno se presenta en el término de Agost, alcanzando una extensión bastante grande. La superficie que ocupa esta mancha corresponde a un relleno efectuado por el numulítico en una hondonada formada por el cretáceo. Las margas senonenses que se apoyan sobre los niveles inferiores cretáceos en las faldas meridional y oriental de la sierra del Cid y en la falda de Peñas Montesas reciben encima a los materiales del eoceno, los que a su vez se hallan cubiertos, aunque con escaso espesor, por el cuaternario de la vega de Agost. El cretáceo forma alrededor del eoceno un arco muy cerrado que pasa por el Cabezo de Gil Martínez, la Loma de Raen, las casas de Tarrac, la partida del Palomaret y va a unirse por el Este con el cretáceo de la sierra de Ventós. Las margas senonenses forman algunos anticlinales, cuyos lomos aparecen a veces en la superficie del suelo, rompiendo la continuidad de la mancha numulítica; pero estos asomos del cretáceo superior son de escasa importancia y, además, se hallan enmascarados por los mantos diluviales, de manera que su presencia se acusa más bien por el buzamiento hacia el exterior que presentan los materiales numulíticos trastornados.

La mancha de Agost que se compone de margas y calizas eocenas se presenta cortada por muchos asomos del terreno triásico, la mayoría de pequeña extensión. Muy interesantes por su riqueza fosilífera son unas lomas cercanas a Agost llamadas los Terrers, de las cuales se extraen arcillas de muy buena calidad. Los bancos de esta arcilla alternan con bancos de calizas y con otros de maciños de color obscuro, que se presentan divididos en lechos muy delgados. Los fósiles más abundantes en este paraje son: *Nummulites exponens*, Sow; *N. complanata*, Lam; *N. ornata*, *N. Brogniarti*, Arch; *Assilina granulosa*, Arch; *Operculina ammonia*, Lamk; *Conoclypens conoideus*, Agass; *Echinolampas ellipsoidalis*, Arch; *Amblypygus dilatatus*, Agas. En los lechos de maciños he hallado las impresiones del curioso organismo designado por Heer con el nombre genérico de *Paleodyctium*; los ejemplares que he recogido parecen pertenecer a la especie *P. giganteum*, Per. El hallazgo de este fósil entre otros francamente eocenos es un nuevo dato a favor de su presencia en esta formación, pues hasta ahora se había encontrado más frecuentemente en las últimas hiladas del cretáceo.

Desde las inmediaciones de la capital a Benidorm se extiende otra mancha numulítica que forma una faja a lo largo de la costa y comprende todos los macizos montañosos de ésta hasta la misma orilla del mar, donde forma un gran número de caletas y radas pequeñas. La composición del eoceno es muy homogénea en esta mancha de la costa. Está formado dicho terreno por bancos de calizas arenosas numulíticas que alternan con otros de margas blanquecinas en las que abundan los fósiles.

El extremo más occidental de esta mancha se halla en Villafranqueza, donde el numulítico forma las colinas próximas al pueblo, las cuales aparecen como una serie de crestones dirigidos de SO. a NE. y formados en la cumbre por calizas, y por margas en la parte inferior. La formación numulítica á que pertenecen estas colinas se prolonga por otras de menor importancia que apenas se elevan sobre la llanura y cuyos materiales en los puntos más bajos están cubiertos por los mantos de poco espesor del cuaternario.

Todo el eoceno de los alrededores de la capital está forma-

do de idéntica manera; el suelo se halla compuesto por calizas y margas numulíticas y forma la base de algunos cerros, cuyas cumbres pertenecen al mioceno. En la serie de cerros llamada Cordillera de los Angeles puede observarse con facilidad dicha disposición. La caliza eocena se presenta en esta comarca algunas veces como una verdadera lumaquela de numulitos: *N. exponeus*, Arch; *N. granulosa*, Arch; *N. Ramondi*, Defr; *N. complanata*, Lamk; *N. Lucasana*, Defr; conteniendo además: *Serpula spirulcea*, Lamk; *Orbitoides Fortisi*, Arch; *Conoclypeus conoideus*, Agass; *C. Vilanovæ*, Cott; *Echinolampas subcylindricus*, Desor, y otras especies menos abundantes.

El numulítico de los alrededores de Alicante se prolonga hacia el Norte por los términos de Muchamiel y San Juan, por ambas orillas del río Seco o Monnegre. Las capas de margas numulíticas alternantes con maciños ocupan el suelo entre la costa y la vertiente meridional del Cabezó, en donde se apoyan dichas margas sobre las del cretáceo inferior. Al Este de la falda oriental de la sierra del Cabezó se muestra, con muy poca anchura y representada casi exclusivamente por las margas blancas senonenses, la faja cretácea, que se extiende hasta las cercanías de Benidorm, donde se alcanzan las primeras alturas de la sierra de la Cortina. Esta faja cretácea separa la formación numulítica de la costa de la que ocupa el centro de la provincia en los macizos montañosos de Aitana, Almedia, etc.

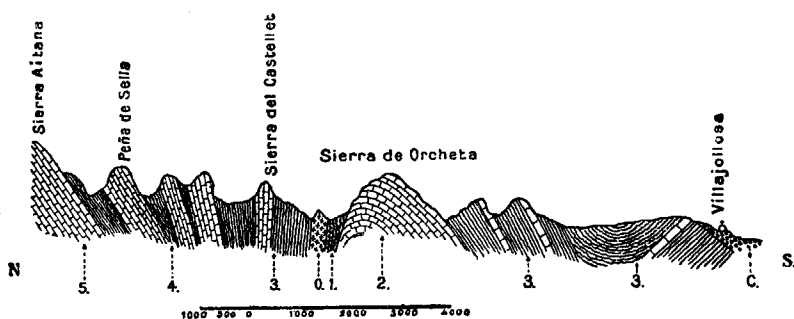


Fig. 9.ª—Coste de la sierra Aitana a Villajoyosa.

O, Oflita; C, Cuaternario; 1, Margas yesíferas del triás; 2, Calizas cretáceas; 3, Margas y calizas eocenas con equinodermos; 4, Calizas sabulosas numulíticas con *Equinolampas*; 5, Calizas marmóreas eocenas.

Cerca de Villajoyosa el eoceno forma un extenso sinclinal

con el eje orientado de Este a Oeste, y merced a este plegamiento las capas de calizas y margas numulíticas de su rama Norte se apoyan casi concordantes sobre las calizas cretáceas de la sierra de Orcheta.

Este último pueblo está edificado sobre una faja de margas eocenas muy arcillosas, de donde se ha sacado una inmensa cantidad de equinodermos más abundantes en otro tiempo de lo que lo son actualmente a causa de los muchos que han sido llevados de allí a muchos museos y colecciones particulares. El cerro de la Corona, inmediato al pueblo, es un punto fosilífero de gran interés y en él recogió Vilanova una gran cantidad de equinodermos, muchos de los cuales fueron luego clasificados por Cotteau, el cual halló entre ellos 50 especies y cuatro géneros nuevos. Estos últimos son los géneros *Pygospatagus*, *Stomaporus*, *Microlampas* y *Radiocyphus*.

Las calizas marmóreas numulíticas blancas que componen el núcleo principal de las elevadas sierras Aitana y Almedia, se encuentran cortadas por una gran falla alineada de NO. a SE. según el río de Bolulla cerca de Tárben, dejando al Norte la sierra de Bernía y sus estribaciones y al Sur la de Almedia, en cuyo extremo meridional está edificado Callosa de Ensarriá.

La sierra de Holtá, de erizados crestones de caliza compacta numulítica, es una derivación hacia el SE. del imponente sistema montañoso de Bernía. Las calizas duras, marmóreas que forman el eoceno en esta comarca aparecen en el Cabo Toix; donde la carretera de la costa cruza con dos túneles las calizas eocenas que se presentan en este punto casi verticales, dando un aspecto grandioso y pintoresco a este lugar, llamado desfiladero del Mascarat.

Sirve la sierra de Holtá como enlace entre el núcleo eoceno de Bernía y la formación también numulítica de la Peña de Ifach. Es ésta el asomo más oriental del eoceno de Alicante y, como su nombre lo indica, es un peñón aislado que se eleva a gran altura sobre el mar a poca distancia de Calpe. Está formado por grandes bancos de caliza blanca marmórea con numulitos de pequeño tamaño.

Sistema mioceno.

El terreno mioceno se encuentra en diversos puntos de la provincia de Alicante a muy diferentes altitudes, desde la misma orilla del mar hasta la altitud de más de 1.000 metros, como ocurre en las cercanías de Petrel y en otros varios puntos del Norte de la provincia.

Se presenta el mioceno cubriendo todas las formaciones más antiguas que existen en la región y siempre en marcada discordancia con ellas. Como en Alicante se encuentra frecuentemente la serie completa de los distintos terrenos, ocurre que naturalmente el mioceno reposa en la mayoría de los casos sobre el eoceno, y desde luego, como regla general, se puede decir que ocupa el fondo de todos los valles de la provincia.

Es indudable que el mioceno se depositó en esta comarca durante un período de inmersión del suelo, como lo indica la transgresión de este terreno sobre los inferiores de diferentes edades. También es evidente que después de su depósito ocurrieron grandes trastornos relacionados con los movimientos alpinos que se señalan en esta edad, debiéndose a esto sin duda el levantamiento de algunas sierras cretáceas y jurásicas después de depositado el mioceno, como lo demuestran los estratos de éste, violentamente levantados contra las laderas de las sierras secundarias. (Sierra de Salinas, sierra de Crevillente.) El mioceno, depositado horizontalmente en los llanos del Pinoso, se levanta casi vertical en sus bordes, apoyándose contra la sierra de Salinas. Desde la Murada al río Vinalopó se observan los estratos miocenos levantados hasta la vertical y apoyados sobre el jurásico de la sierra de Crevillente.

Se deben considerar dos formaciones diferentes en el mioceno de Alicante: el mioceno marino y el lacustre. A este último pertenecen tan sólo unas pequeñas manchas en las cerca-

nías de Alcoy. El resto de las formaciones miocenas pertenecen al mioceno marino, piso helvético.

En el helvético de Alicante se pueden distinguir claramente dos niveles. El superior, constituido por margas blancas grisáceas y en algunos puntos muy azuladas, conteniendo *Ostrea crassissima*, Lam; *O. offreti*, Kilian; *Pecten solarium*, Lamk, y muchos dientes de *Chacharodon*, *Odontaspis*, *Oxyrina*, etc. Este nivel margoso es el que ocupa mayor extensión de terreno en la provincia, presentándose las margas blancas o cenicientas en el fondo de muchos valles. En algunas localidades este terreno margoso presenta muy poco espesor o falta en absoluto y, entonces, sobre las calizas del nivel inferior descansan unos bancos potentes de conglomerado de cantos muy gruesos, pero este tramo no se presenta con constancia y debe considerarse como accidental.

El nivel medio está formado por bancos de calizas y molasas que contienen, mejor o peor conservados, los mismos fósiles del nivel superior, encontrándose también en las molasas un gran número de *Clypeaster*, *C. crassicosiatus*, Ag; *C. intermedius*, Desm, y varias especies de pectenés; *P. cristatus*, Bronn; *P. solarium*, Lamk.

Comúnmente no se encuentran juntas las molasas y las calizas compactas. Éstas llegan a veces a ofrecer aspecto casi mármoleo, y a primera vista es fácil tomarlas por rocas de edad más antigua. Las molasas presentan muchas variedades, siendo unas muy arenosas y otras compactas y muy útiles para la construcción, conteniendo muchos dientes de peces y fragmentos muy menudos de ostras y de pectenés. También contienen en gran número granos glauconiosos.

Debajo de este nivel calizo existe un gran banco de ostras muy compacto y fuertemente cementado, un verdadero falum que acaso sea la base de la formación miocena, pues aunque debajo se suelen presentar concordantes unas margas verdosas, éstas tienen en muchos puntos estrecha relación con el eoceno, y tal vez pertenezcan a esta última formación.

El banco de falum, en algunos parajes, como en la sierra de Crevillente, está formado por grandes ostras, entre las que predominan las especies *O. crassissima* y *O. longirostris*, Lam, mientras que en otras localidades, como ocurre en Petrel, se

halla formado principalmente por pectenés: *P. Fuchsi*, Font; *P. burdigalensis*, Lam. Este banco fosilífero es un buen plano de referencia para determinar la posición estratigráfica de las capas inmediatas.

A seis manchas principales pueden referirse las manifestaciones del mioceno en Alicante, además de algunos pequeños asomos independientes.

Mancha de Benisa.— Sobre las calizas del cretáceo que separa la hoya de Jalón de la de Benisa, a dos kilómetros al Norte de este último pueblo, yacen con poca inclinación meridional los molasas y maciños del mioceno. El pueblo de Benisa está edificado sobre margas sabulosas con capas delgadas, interpuestas, de maciños. La línea de separación de esta formación con las calizas cretáceas sigue desde dos kilómetros al Norte del pueblo hasta otros dos kilómetros al NE. en la carretera de Denia.

A tres kilómetros al NE. de Benisa el mioceno hace un entrante hacia el Norte de la carretera y desde allí la línea de separación del cretáceo y el mioceno llega casi a tocar Teulada y Benitachel, formando después el mioceno un entrante hasta Gata y bordeando el macizo montañoso del cabo San Antonio hasta la bahía de Jávea. En la bajada de Teulada a la Almoraira la formación miocena margosa, blanquecina y cenicienta se extiende más de un kilómetro, con capas muy delgadas que ofrecen frecuentes cambios de buzamiento.

Desde Denia á Calpe el mioceno se compone de margas amarillentas y azuladas que se presentan en capas muy alteradas en su estratificación, análogamente a lo consignado en el itinerario de Teulada a la Almoraira, paralelo a éste, pero predominando el buzamiento NE. En el extremo occidental de la mancha miocena, siete kilómetros antes de los túneles de la carretera de Alicante, las capas son muy fosilíferas, conteniendo muchos pectenés, ostras y varios ejemplares del género *Trocsmilia*. Estas capas pertenecen a la base de la formación. Desde este punto el mioceno bordea la formación eocena de la sierra de Bernía hasta encontrar la formación cretácea a tres kilómetros al Oeste de Benisa.

Por el Sur limita esta extensa mancha miocena al macizo cretáceo de los cabos de la Nao y de la Almoraira. En toda su

extensión el mioceno se presenta plegado en distintas direcciones y formando un país entrellano con gran número de colinas de poca elevación.

Otras manchas del NE. de la provincia.—Sobre la formación cretácea que constituye los grandes macizos montañosos del NE. de Alicante se encuentran gran número de isleos miocenos, algunos a considerable altura sobre el mar.

Cerca de Rafol aparece una manchita al Este de la sierra del Caballo, constituida por caliza blanca-amarillenta con granos cuarzosos y cloríticos. La explotan en una porción de canteras allí existentes, y son muy empleadas como material de construcción en Pego. Las calizas se presentan en bancos regulares con ligera inclinación al SE., y contienen muchos dientes de placóides de los géneros *Otodus*, *Lamna*, *Odontaspis*, etc.

Otro asomo de menor extensión y de constitución idéntica existe en Benimelí, en el límite de la mancha cretácea. De mayor extensión es la mancha que se halla entre Campell y Benimaurell.

Al Sur de Parcent, junto a las casas del pueblo, se extienden sobre el cretáceo con una ligera inclinación meridional, las calizas toscas miocenas que forman también más a Poniente la hoyada de Castell siguiendo el estrecho valle cuyo centro ocupan las margas abigarradas del triás.

Manchas de la capital.—Al observador que contemple desde el mar la ciudad de Alicante le llaman desde luego la atención los dos relieves principales del terreno existentes en las inmediaciones de esta capital; el Cerro del Castillo que se levanta en las mismas calles del pueblo y la sierra de San Julián que forma en la costa el cabo de las Huertas. Ambos macizos pertenecen a la formación miocena. Están constituidos por grandes bancos de molasas amarillentas, en las cuales abundan los dientes de *Chararodon Oxyrina*, *Odontaspis*, etc., y restos de pecten y de ostras, aunque estos restos suelen hallarse muy destrozados. Esta caliza se explota en muchas canteras, y de ella están hechas las casas de Alicante.

También pertenecen al mioceno las cumbres de una serie de cerros situados al NE. de la capital. Estos cerros se hallan separados entre sí por los depósitos del cuaternario, pero este

terreno en realidad se halla reducido como en todos sus asomos de las cercanías de Alicante casi a la tierra de labor que cubre el eoceno.

Gran faja miocena desde la capital hasta la provincia de Murcia.—Desde las cercanías de Alicante, á pocos kilómetros al SO. de esta capital, hasta los confines de la provincia de Murcia, se extiende una faja de formación miocena cuyo ancho varía desde cuatro a seis kilómetros. En realidad esta faja no es continua como tampoco lo son las sierras que la forman; pero las soluciones de continuidad que en ella se presentan, debidas principalmente a la presencia del cuaternario que ocupa el fondo de algunos valles que se forman entre dichas sierras, son de escásima importancia, y en la escala de nuestro mapa creo preferible representar una sola mancha miocena.

Forma el mioceno las sierras de las Atalayas, de los Colmenares, de Sancho, de Tabeyan, de Crevillente (falda Sur), de la Murada y de las Ventanas. Además de otros serrijones sin importancia que enlazan casi por completo unas con otras estas diferentes manchas miocenas.

La pequeña sierra de las Atalayas se alza a dos kilómetros al Oeste de Alicante orientada de NE. a SO. y formada por varias colinas de poca elevación. Las capas buzan suavemente al SE. y están formadas por una molasa amarilla con muchos restos de fósiles entre los que se encuentran *Pecten burdigalensis*, Lam; *Ostrea crassissima*, Lam; *Ostrea offreti*, Kilian; etc., etc. Estas mismas capas se prolongan por el terreno entrellano situado al Sur y luego forman otra nueva serie de colinas que recibe el nombre de sierra de Colmenares, que se prolonga hacia poniente, al Sur de la serreta de Sancho. Desde el Oeste de estas dos sierras el mioceno forma una serie de pequeños cerros cuyos estratos presentan suave pendiente al Mediodía, abarcando en conjunto el mioceno una faja de seis kilómetros de anchura. Este terreno se levanta bruscamente en el estrecho del Castellar, por donde pasa el Vinalapó, y desde aquí se siguen las capas miocenas con fuerte buzamiento hasta presentarse casi verticales sobre el pueblo de Crevillente donde forman el primer contrafuerte de la sierra del mismo nombre. Más al Oeste las capas se levantan también verticalmente en las sierras de la Murada, y de las Ventanas, mientras que al Sur de estas sierras el mio-

ceno se va tendiendo poco a poco hasta desaparecer bajo el cuaternario de Albatera; al Norte después de algunos pliegues, forma el mioceno un extenso anticlinal por el límite de la provincia al Sur de Hondón de los Frailes.

Se ve, pues, que el mioceno aparece naturalmente tendido con suave inclinación hacia el mar, y cubierto por el cuaternario (llanuras de Elche, Albatera, etc.); pero después su borde se levanta bruscamente empujado por las erupciones de ofitas y yesos que aparecen en la faja triásica que asoma entre el mioceno.

En toda esta mancha la constitución del sistema es la siguiente: un piso de molasas en la parte superior, un tramo margoso en el medio y debajo un banco de ostras. En algunos puntos, como en Crevillente, hay encima de todo un tramo de mucho espesor de conglomerado de cantos gruesos.

A esta mancha miocena deben referirse también las capas de calizas que se explotan en la isla Plana ó Tabarca, cuyo suelo casi en su totalidad pertenece al mioceno.

Mancha del Pinoso.—El Pinoso se halla situado en una extensa llanura de formación miocena limitada al NO. por la sierra de Salinas y al Sur por la del Coto. Esta gran mancha miocena tiene una anchura de 12 kilómetros en dirección Norte Sur, y comprende dentro de ella dos partes distintas: la llanura del Pinoso y el Hondón de Monóvar. En la primera el mioceno forma una bóveda muy rebajada, correspondiente a un gran pliegue anticlinal, cuyo eje, dirigido de SO. al NE., se acusa en la superficie por los asomos de calizas de las lomas de los Pascuales, de los Altos de Rute, de las Carolinas y el Chiribel. El mioceno se halla levantado por los bordes formando una cuenca. Así hacia el Norte y Noroeste los bordes de calizas miocenas se levantan con 45 grados de inclinación mostrando debajo el piso inferior de margas y se apoyan en estratificación casi concordante sobre las potentes masas de calizas cretáceas de las sierras del Carche y de Salinas. En muchos parajes, por la denudación de las margas del nivel inferior, quedan las calizas miocenas formando un escalón muy bien marcado delante del macizo cretáceo de la sierra. Análogamente se levanta por el Sur el borde mioceno contra la formación cretácea de la sierra del Coto.

Este borde mioceno se halla menos levantado en algunos puntos, dejando abierta la cuenca, como ocurre en el Collado de Castilla, por donde pasa la carretera de Jumilla al Pinoso y la cuesta de Fontanar que comunica al Hondón de Monóvar con el de la laguna de Salinas. Por el Sur las depresiones del dicho borde dan paso a las ramblas de la Romana y de Abanilla. A ambos lados del pliegue anticlinal que forma el centro de la llanura se presenta una serie de pliegues cuyas partes bajas están todas rellenas por el cuaternario.

El Hondón de Monóvar es una reproducción en pequeño de la cuenca miocena del Pinoso, a la que pertenece, y determina una hoya cerrada por sus bordes de manera que en su centro se acumula el agua de lluvia llegando a veces a formar una laguna en el cuaternario que rellena su fondo creado por los arrastres de esas mismas aguas, formación y cuencas análogas a las de la laguna de Salinas. Se encuentra separada esta hoya de la principal por un pliegue anticlinal secundario que se descubre en los cerros de Mosen Juan y Chiribel. Las rocas que constituyen el mioceno de esta mancha son calizas, duras, blanquecinas con muchos restos de pecten, ostras, etc., en la parte superior, y un tramo margoso en la inferior; ambos pisos pertenecen al helvético.

Valle del Vinalapó.—Separada de la mancha miocena que acabo de describir, por las sierras eocenas, de la Solana, Peña de la Zafra y el Duaimi, se encuentra la formación miocena del Valle del Vinalapó. Así como en la región del Pinoso el mioceno se presenta con gran uniformidad y sin más interrupciones que algunos asomos triásicos, en esta última región la formación miocena se encuentra muy trastornada y atravesada por muchos asomos de los terrenos más antiguos, especialmente por el triásico y el cretáceo inferior y en menor escala por el eoceno, el cretáceo y el jurásico, de manera que en un plano detallado aparecería como un mosaico de diversas formaciones esta parte de la provincia, especialmente las inmediaciones de Novelda y de Aspe.

A grandes rasgos se puede describir esta comarca diciendo que el mioceno está cortado de Norte a Sur por la faja triásica que ocupa el lecho del río Vinalapó, y que sus capas, si bien en general poco inclinadas, sufren muchos cambios de buza-

miento llegando á presentarse muy levantadas en el borde SE. de la mancha en las sierras del Tabeyán y de San Pascual.

El Tabeyán es una pequeña sierra cortada por el cauce del Vinalapó, que corre casi normalmente a la dirección de aquella. Está compuesta por grandes capas de molasas que buzan hacia el NO. y parecen formar un anticlinal con las de la sierra del Castellar, anticlinal por cuyo eje denudado asoman las margas abigarradas del triásico superior. Esta zona denudada forma parte del vaso del Pantano. Las calizas pertenecen al nivel superior del mioceno y en algunos puntos se presentan cubiertas por capas de conglomerado á semejanza de lo que ya he dicho que ocurría en la sierra de Crevillente.

Al NE. del Tabeyán se eleva la sierra de San Pascual, que se presenta como una arista saliente entre los llanos de Novelda y de Fontanar. Está alineada SO. a NE., se tuerce al Este desde unos 500 metros a Poniente de la Ermita y luego se contornea al SE. por los altos crestones que dominan con grandes tajos la hoya de Foncalent.

Por la cresta de la sierra de San Pascual corre la línea de separación entre el cretáceo inferior y el mioceno. Este último está formado por fuertes capas de calizas compactas, amarillentas que en su conjunto se alinean de SO. a NE., pero con algunos desarreglos estratigráficos, pues en la Ermita se retuercen perpendicularmente á la dirección general. Desde el Tabeyán hasta Aspe y de este pueblo a Novelda forma el suelo el mioceno; los mantos diluviales que a trechos lo ocultan tienen muy poco espesor. Entre Novelda y Monóvar se sigue la formación triásica del lecho del río que en algunos parajes se oculta bajo el mioceno cuyos bancos se doblan en un sinclinal, empezando cerca de Novelda con buzamiento meridional y terminando al pie de la estación de Monóvar, con inclinación opuesta, muy grande, pues las capas se acercan a la vertical. Las capas están formadas por calizas arenosas con margas debajo de ellas. En algunos bancos de molasa se encuentran dientes de placoides y muchos fucoides, así como inclusiones de *sebo mineral*, una tierra pulverulenta y untuosa y de sabor estíptico.

En la hondonada de Sax, comprendida entre las sierras de la Torreta, la Camara y del Castillo, se extiende el mioceno, compuesto de un falum amarillo y de las molasas blanquecinas

del nivel superior. Sax está edificado en el límite septentrional de esta mancha miocena.

Valle de Castalla.—Una prolongación hacia el NE. de la mancha anterior es la formación miocena que constituye el valle de Castalla. Este extenso valle mioceno está separado del anteriormente descrito por una serie de pequeñas sierras que forman la divisoria de aguas entre la cuenca del Monnegre o río de Castalla y el Vinalapó. Las sierras de formación miocena que constituyen esta divisoria se extienden entre Castalla y Petrel, siendo las más inmediatas a este último pueblo las que ofrecen más interés en su estudio, pues en ellas se pueden seguir con facilidad los diversos niveles que en esta región presenta el mioceno.

Si saliendo de Petrel se remonta el barranco de la Pusa encuéntrase primeramente una formación yesosa que ha trastornado los estratos del mioceno, y más al Norte se penetra en una interesante cuenca de esta misma formación que aparece levantada sobre los llanos de Castalla a considerable altura merced a una falla con salto que constituye lo que se llama el Escalón, en la sierra del mismo nombre. Esta sierra limita por el Norte la cuenca del Pusa y en su extremidad Sur abierta, se presenta otra pequeña falla llamada el Salto del Molino que corta el barranco en toda su anchura. En la formación de esta cuenca pueden distinguirse tres niveles: uno inferior de margas, otro medio de calizas y otro superior y de mucha menos importancia, también de margas. De estos tres niveles el más constante en sus caracteres es el inferior, pues lo mismo se puede observar en la parte inferior del barranco que en los bordes exteriores de las sierras que forman la cuenca. El nivel medio o de las calizas es de estructura sumamente variable, tanto en la potencia como en la naturaleza de la roca. Las capas son muy poco potentes y muy tableadas en el Salto del Molino, gruesas y cristalinas en la sierra del Caballo, especialmente en los Altos de Cárdenas, y de una regularidad notable en todas las sierras de la orilla izquierda de la cuenca. La roca puede referirse a dos tipos: caliza dura, compacta en el tramo inferior, y caliza amarillenta algo sabulosa, con restos de ostras y pectenes, el verdadero tipo de la molasa miocena, en el superior. Las margas del nivel superior se reducen únicamente al

relleno del fondo de barco que forma la cuenca y se les puede suponer un espesor de unos 50 metros.

Cierra la cuenca por el Oeste la sierra del Caballo, donde las calizas miocenas tienen gran potencia y forman un anticlinal hacia el Collado de Charpa o más en general hacia el barranco de Caprala. Se encuentran estas rocas muy tendidas más al Norte en el Alto de Cárdenas, dejando asomar por debajo las margas del nivel inferior, desaparecen casi a la vista en el Collado de Peret y vuelven a levantarse de nuevo en la loma Grosa y más retiradas en los altos de Peret y de las Herosas. Buzan hacia el SO. en el Escalón que limita la cuenca por el NE. y en esta sierra, y en las de la del Fraile y Umbría de los Cantareros que contornean la cuenca por el Este, las calizas que buzan hacia su interior presentan un salto de gran altura sobre la Hoya de Castalla y sobre las partidas de Planices y del Pantano. En este salto, que forma un arco cuyo punto medio es la Peña del Fraile, se ve muy distintamente el nivel de las calizas que hacen un saliente en el borde, y debajo de ellas las margas del nivel inferior.

Por el pie de este corte pasa el barranco del pantano, desde cuya orilla izquierda, en los altos de las Salesas, Perriot, etcétera, pierde la cuenca su regularidad, pues en esta parte, cercanías del Salto del Molino, se presentan los yesos que tanto han trastornado la formación.

Desde el pie del Escalón, el piso de las calizas ocupa el valle de Castalla, quedando considerablemente reducido el nivel superior de las margas. Las calizas forman cerca de Castalla algunas colinas, en las que se encuentran varias canteras y por todo el llano del mismo nombre se extiende la formación miocena con los mismos caracteres. Y alcanza por el Norte hasta Onil e Ibi, contorneando las formaciones eocenas del macizo central de la provincia y siguiendo el cauce del río de Castalla para constituir un golfo al Sur de Tibi entre la Peña de Gijona y el Maigmó; golfo que se prolonga hasta el pantano de Tibi, cuyo muro está apoyado en las molasas helvéticas. La formación miocena del valle de Castalla está rota en diversos puntos en los lechos del río de Castalla y de algunos barrancos por las margas irisadas del triás.

El cuaternario cubre al mioceno en parte, pero no ofrece

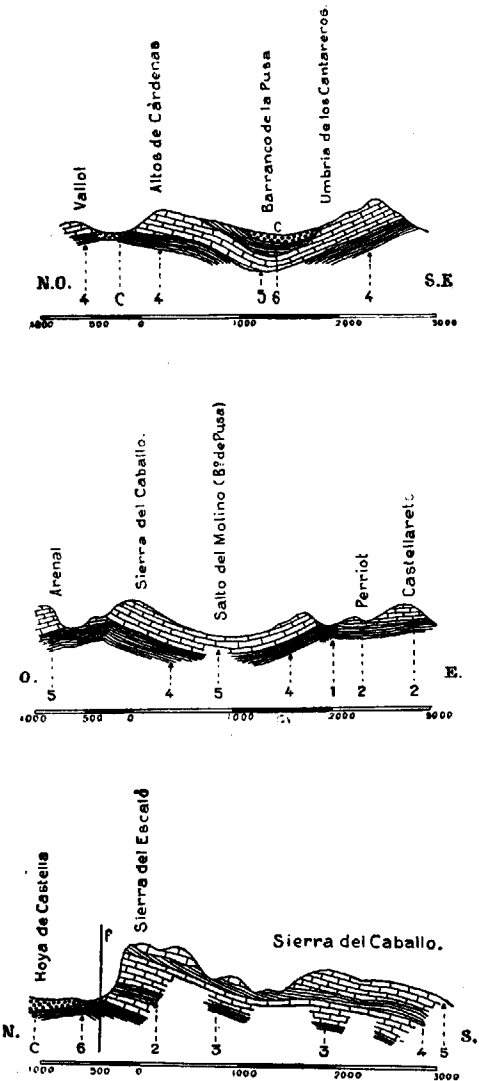


Figura 10.ª.—Estructura de las sierras terciarias al N. de Pretel.

1, Margas yesíferas triásicas; 2, Calizas y Margas eocenas; 3, Caliza marmórea con *Operculina Ammonoia*; 4, Margas miocenas del nivel inferior; 5, Calizas miocenas; 6, Margas miocenas; C, Cuaternario.

bastante importancia, y por eso no se representa en el mapa. También se destacan entre el mioceno algunos asomos numulíticos.

Valle del Serpis y otras manchas del Norte de la provincia.—En las carcanías de Alcoy, al Norte de la población, se ve el helvético que descansa sobre el eoceno en estratificación discordante. Esta formación miocena continúa por el valle del Serpis hasta Cocentaina y se prolonga por el SE. bordeando el eoceno y conteniendo dentro de su perímetro a los pueblos de Benilloba, Benifallin, Penáguila y Alcolecha; entre este último pueblo y Confrides presenta un estrecho golfo que se extiende hasta Guadalest. Desde Confrides se dirige a Cuatretondeta, pasa por el Sur de este pueblo y se interna entre el cretáceo hasta alcanzar Tollos, y desde aquí forma un entrante este terreno hasta muy cerca de Benillup.

Al NE. de Cocentaina, el mioceno se divide en dos ramas, una que se dirige hacia el valle de Gallinera y otra hasta Lorchá por el valle del Serpis, encontrándose la bifurcación en Planes.

La misma mancha miocena se extiende por el Norte de Beniarrés, siguiendo la línea de separación con el cretáceo por Bocairente en la provincia de Valencia, donde esta mancha ocupa gran extensión, perteneciendo también a ella las ramas que se extienden por Bañeras y Benejama y al Norte de la sierra del Morrón en el término de Villena.

Mioceno lacustre de Alcoy.—También debo hacer mención de algunos asomos de mioceno lacustre que se presentan sobre el helvético en las cercanías de Alcoy. Este piso del mioceno está formado por tres niveles: el superior de conglomerados, el medio de margas bituminosas y el inferior de calizas que acaso sean de origen marino. En el tramo medio o sea de las calizas margo-bituminosas, se encuentran capas de lignito, en las cuales se han hallado dientes y huesos diversos de grandes mamíferos, *Hipparión grácile*, *Mastodons angustidens*, etc.

Sistema plioceno.

Se extiende la formación pliocena en Alicante por el Mediodía de la provincia y se presenta en varias manchas que forman en conjunto una faja interrumpida en diversos lugares por el cuaternario, y que corre paralelamente a la costa desde una decena de kilómetros al S. O. de la capital hasta penetrar en la provincia de Murcia por el Este de Zeneta.

La formación pliocena está constituida por tres pisos: uno inferior de margas azuladas, que unas veces se presentan en lechos delgados y otras en una masa sin estratificación manifiesta. Estas margas contienen muy escasos fósiles, entre los cuales se hacen notar los dientes de peces de los géneros *Sphero-dus* y *Oxyrina* y algunos restos de péctenes. Superiores á estas margas se encuentran molasas amarillentas que en algunos puntos quedan reducidas á verdaderas arenas y en otros forman bancos que presentan gran resistencia. En estos últimos son más numerosos los restos fósiles que en los primeros, pero dichos restos se encuentran muy destrozados, indicando haber pertenecido á una formación costera de aguas muy agitadas, como lo muestran además los bancos de cantos de diversa procedencia y tamaños que se intercalan en las molasas. En esta formación se encuentran capas de un falum muy consistente formado por una enorme cantidad de restos de péctenes, que constituyen ellos solos la roca. La especie que forma este banco es casi exclusivamente el *Pecten maximus* Lin. Sobre estas últimas capas se presenta en algunos puntos una formación de agua salobre, en la que abundan restos de ceritos y otros gasterópodos y lamelibranchios.

Sierra de Santa Pola.—La llamada sierra de Santa Pola es una extensa meseta de poca elevación que hace un saliente en la costa de Alicante, al Sur de la capital, formando el Cabo Santa Pola. Dicha sierra se continúa por el Norte en una serie

de colinas que van a enlazarse con las estribaciones meridionales de la sierra de los Colmenares, continuándose la formación pliocena a que pertenece toda la sierra en una fajita estrecha apoyada en el mioceno y que va a morir a unos 12 kilómetros al N. E. de Elche. Por el Oeste, la sierra de Santa Pola va perdiendo altura hasta esconderse bajo los mantos diluviales que rodean Elche, a 10 kilómetros de esta población.

En el barranco del Gato, remate de la sierra por encima del pueblo de Santa Pola, o sea por su límite meridional, las calizas blancas son *Cerithium mediterraneum*, Brug, y otros gasterópodos inclinan de cinco a ocho grados al Sur. Algo más al Norte, en el Cabo de Santa Pola, presenta la sierra, frente al mar, grandes tajos peñascos y casi verticales, constituidos por la caliza blanquecina, debajo de la cual asoman, en algunos sitios, bancos de molasa amarillenta de grano grueso con tendencia a la estructura tabular. Los acantilados del Cabo tienen unos 50 metros de altura, de los cuales 40 son de la caliza blanca superior que es compacta y cavernosa a la vez.

Al pie del faro, en la misma orilla del mar, asoma una caliza tosca conchifera, amarillenta, del mioceno superior, que constituye los arrecifes de la costa, y más al Este forma la mayor parte del suelo de la isla Plana.

Sierra del Molar —La misma formación pliocena de la sierra de Santa Pola se encuentra al Sur de la Albufera de Elche, en la sierra del Molar. Empiezan las alturas del Molar en el barrío llamado La Marina, donde el plioceno se halla formado por gruesos bancos de molasas conchíferas constituidas por una enorme cantidad de péctenes y coralarios. Esta roca es un verdadero conglomerado de *Pectunculus* y de otras bivalvas, encontrándose principalmente: *Pectunculus gaditanus*, Gmel; *Venus Nux*, Gmel; *Cardium edule*, Lin; *Petricola lithopaga*, Retz. Sobre estas molasas se extiende un conglomerado cuarzoso de guijo muy menudo que pasa en algunas ocasiones a arenas amarillentas de grano grueso, a las cuales se sobrepone una caliza tosca blanquecina, con *Planorbis*, *Paludinas* y otros moluscos muy pequeños. Esta formación de agua dulce superpuesta a la marina, apenas tendrá dos metros de espesor, pero es muy constante su presencia en toda la sierra.

Mancha del Sur del Segura y San Miguel de Salinas.—

Esta es la mancha más extensa que presenta el plioceno en la provincia, y comprende dentro de ella las sierras de Urchillo, de la Escotera, del Moncayo, etc.

La sierra de Urchillo forma el límite del plioceno y penetra en Murcia. En Bigastro se halla la sierra de Urchillo, compuesta de calizas toscas con ceritos: *Cerithium vulgatum*, Brug; *C. mediterraneum*, Broc. Desde Bigastro a Jacarilla y Benejújar, el camino sigue la línea de separación del plioceno con el cuaternario hasta Algorfa, donde el terciario hace un avance hacia el Norte y este avance septentrional de la formación pliocena se acentúa más entre Benijofar y Rojales, siendo una prolongación del serrijón de Urchillo. El terreno está formado por arenas micáferas de grano fino, amarillentas, con manchas y fajas parduzcas ocráceas. Con estas arenas se intercalan lechos de guijarrillos de cuarzo de diferentes colores, desde el blanco lechoso de los terrenos paleozoicos hasta la piedra lidia y el pedernal. Se mezclan con los guijarrillos pequeños otros de caliza de diferentes textura, colores y composición procedentes de varias formaciones. Algunos lechos pasan de un metro de espesor y otros se reducen a pocos centímetros, habiendo también guijarros sueltos en la masa de las arenas. Las capas suelen bazar 50 grados al E. NE. Con estos lechos de arenas y guijarros alterna una molasa bastante coherente.

En Rojales asoman, superiores á estas capas, unas margas terrosas cuajadas de fósiles, descubriéndose un banco inferior con *Ostrea edulis*, Lin; *O. cochlear*, Poli; *Pecten benedictus*, Lam; *Nuculas*, coralarios, etc., y otro delgado y amarillento con ceritos y coralarios.

Entre las estaciones de Benijofar y de Dolores se prolonga la formación arenosa pliocena que poco después de la última de aquéllas va a ocultarse bajo los mantos cuaternarios. Desde Rojales, el río Segura contornea aproximadamente la separación del cuaternario y del plioceno, por las casas de la Inquisición hasta Guardamar.

En esta última parte de su curso sortea el río Segura varios serrijones pliocenos, formados análogamente a los antes citados de las pudingas poligénicas, algunas de cantos muy gruesos. Muchos de estos cantos pertenecen a calizas miocenas.

Dos circunstancias notables se observan en esta serie de se-

rrijones pliocenos que se encuentran desde Urchillo hasta Guardamar; una es la intercalación entre las capas arenosas que se presentan en bancos de poco espesor, de otros de caliza muy compacta, blanquecina, concordante con aquéllas y que tiene mucho parecido con las calizas de agua dulce de varias edades. La otra circunstancia se refiere a una acumulación de fajas de cantos sueltos de cuarcita roja, en general angulosos, con otros de filadios micáceos paleozoicos.

Por el extremo occidental de esta mancha pliocena la formación alcanza un espesor de cerca de 400 metros.

A tres kilómetros del empalme de la carretera de Torrevieja á San Pedro del Pinatar con la que conduce a San Miguel de Salinas, siguiendo esta última, comienza la formación pliocena que en ese punto forma un cabo dentro del cuaternario. Se alza allí un serrijón llamado el Cabezo de las Pilas que se prolonga más al Norte con el nombre de Cabezo de las Esleras. El límite del plioceno pasa tocando la laguna a tres kilómetros al S. E. del pueblo y por el Norte de la Marquesa se dirige al N. E. hasta Guardamar.

San Miguel de Salinas está edificado sobre las areniscas blandas alternantes con margas sabulosas y una caliza tosca amarillenta blanda y porosa que contiene rizópodos y briozoarios y cuyas capas inclinan solamente unos cinco grados al N. E. Es muy notable la formación yesosa que se presenta a medio kilómetro al Oeste de San Miguel de Salinas; es una faja de unos cuatro quilómetros de largó dirigida de N. NO. a S. SE. y de unos dos kilómetros de ancho que avanza hasta la cumbre de los montes de Alcor por el lado N. O. y hasta las Zahurdas, junto a la carretera de San Pedro del Pinatar, por el S. E. La masa está segmentada por un gran número de litoclasas verticales.

El yeso, en algunos sitios casi sacarino y enteramente blanco como el alabastro, viene embutido en nódulos a modo de rosario entre la masa laminar, donde también se presenta en flecha, agrisado y casi hialino. Sobre las capas de areniscas que vienen en contacto con los yesos se presenta un banco de caliza blanca, algo terrosa y cavernosa de aspecto concrecionado.

Manchita de Torrevieja.—Entre Torrevieja y Torre de la

Mata se reduce el plioceno a una estrecha faja que corre a lo largo de la costa. El travertino y las tierras rojas del cuaternario que cubren á menudo el plioceno en todo el Mediodía de la provincia, se extienden hasta la costa en las proximidades del Cabo Cervera, donde quedan al descubierto en los altos acantilados que forman el Cabo las areniscas bastas deleznales pliocenas, que contiene fragmentos muy menudos de conchas y buzan ligeramente hacia el S. E.

Por la parte Norte del Cabo Cervera asoman entre las areniscas algunos bancos de guijo menudo con cristaltos de jácintos y un gran número de bivalvas, entre las cuales el *Pectúnculus gaditanus*, Gmel, es el más abundante, encontrándose también *P. inflatus*, Sism, y algunos otros fósiles indeterminables.

Desde el vértice de triangulación existente en Cabo Cervera hacia la Mata, se extienden las areniscas con guijarrillos y pectúnculos, por espacio de medio kilómetro. En las canteras de la Mata, las molasas amarillentas están, en gran parte, formadas por fragmentos menudos de conchas, cuyo carbonato de cal da mayor coherencia a los granos de arena. En lo alto de la serrezuela de Moncayo, a 400 metros de la costa y cuatro kilómetros de Guardamar, el plioceno se compone en su parte inferior de maciños duros alternantes con lechos arcillosos; sigue una arcilla plástica y termina la formación con arenas que contienen lechos muy delgados arcillosos entre bancos de areniscas bastas y cavernosas.

En Guardamar, debajo de las arenas rojizas recientes con *Helix*, asoman los conglomerados conchíferos pliocenos que, en el cerro del Castillo, se sobreponen a las arenas y margas sabulosas, amarillas, atravesadas por vetitas de yeso fibroso de uno a dos metros de grueso. Estas margas contienen restos de péctenes.

El nivel margoso en el cerro del Castillo tiene 15 a 20 metros de grueso; las capas inclinan 20 grados al N. E. y algunos lechos de areniscas blandas amarillentas se intercalan entre las margas; sobre éstas hay un tramo de margas sabulosas amarillas con ostras del grupo de la *Oedulis*. Las arenas y molasas conchíferas, amarillas, continúan casi horizontales por los montes de Reyero hasta las casas de la Inquisición. En los

montes de Pallarés y el cabezo cónico de Soler, que está a Poniente de la casa de la Inquisición las capas arenosas inclinan suavemente al NE. sobre la orilla derecha del Segura, a la cual llega la formación en este paraje. En la margen opuesta se presenta la formación cuaternaria de Rojales.

La cañada de las Perdices, inmediata a la casa de la Inquisición Pequeña, es un curioso yacimiento fosilífero; en él se han encontrado fragmentos del esqueleto de un balénido, dientes de escuálidos e impresiones de piñas de grandes dimensiones. Es muy curiosa la impresión de uno de estos frutos que se conserva con toda claridad en un grueso banco de caliza cercano a la casa.

Serie cuaternaria.

Sistema Posploceno.

La formación cuaternaria ocupa una gran extensión en la parte meridional de la provincia de Alicante y se presenta además en otros muchos puntos de la misma en manchas que difieren mucho entre sí por su extensión y por el espesor de los depósitos de los materiales que las forman.

El terreno cuaternario en Alicante es más propiamente una formación detrítica, formada a expensas de los materiales de las sierras adyacentes; por lo tanto, no es extraño que en dicho terreno no se encuentren apenas fósiles y sólo se hallen algunos de especies actuales en aquellos sitios donde la formación diluvial queda reducida casi únicamente a las tierras de labor. El carácter distintivo del cuaternario en esta región es su naturaleza caliza, como no puede menos de ser, ya que está formado por materiales de los terrenos más antiguos, los cuales están compuestos principalmente por grandes masas de calizas.

Acompaña comúnmente a esta formación el travertino, cuyas capas llegan a adquirir espesores de gran importancia en la región. Esta roca presenta muy a menudo los caracteres de una caliza antigua, y sobre todo cuando se presenta cubriendo las rocas de otras formaciones es muy fácil confundirse a primera vista, y tomar, por ejemplo, como cretácea una caliza miocena cubierta por una capa de travertino que la envuelve como un esmalte. Con mucha propiedad llaman en Alicante a esta roca *piedra de tapa*.

Otra formación cuaternaria muy digna de mención es la roca llamada *tosca*, que forma en muchos puntos de la costa de Alicante una especie de cordón litoral. Es una arenisca califera de tan escasa consistencia, que al sacarla de la cantera se puede labrar con un cuchillo. Los materiales que forman esta *tosca*

son en su mayoría de origen mioceno, sin embargo de que dicha roca se presenta casi siempre al pie de los grandes macizos cretáceos de la costa. Esto se podría explicar por la gran denudación que parece haber sufrido el mioceno, principalmente en los valles de Denia y de Benisa y en las cercanías de la capital, habiendo quedado algunos testigos de esta formación sobre las más antiguas en muchos puntos de donde han sido barridos grandes espesores de rocas miocenas.

Los bancos de tosca se presentan en algunos puntos del litoral como una formación muy curiosa, cuyos caracteres, semejantes en los diversos lugares donde se encuentra, se pueden observar mejor en las inmediaciones de Altea, al Este del Cabo Negret y junto al asomo ofítico inmediato al mismo Cabo. En dicho paraje, sobre las capas de tosca, se encuentra una especie de brecha poligénica, en la cual un cemento calizo une en una sola masa cantos de caliza con trozos de ofita y con muchos ejemplares de *Strombus mediterraneus* y algunas bivalvas de especies extinguidas hoy en el Mediterráneo. Los bancos de tosca se encuentran levantados sobre el nivel del mar actual y, en algunos puntos, fuertemente inclinados.

No puede menos de pensarse, al observar estos arrecifes, en una formación que hoy mismo se está verificando en varios puntos de la costa de Alicante, Norte de Denia, cercanías de Jávea y, sobre todo, en la playa de Guardamar. Me refiero a los médanos que cubren estas porciones del litoral y cuya formación no hay motivo para suponer que no se haya efectuado con mayor o menor intensidad en épocas pasadas. La composición de estos montes de arena es en todo semejante a la de los bancos de tosca (granos de arena muy caliza acompañados de muchos restos de conchas) y la disposición de la formación siempre costera y sin enlace aparente con las inmediatas, también corresponde a la actual formación de los médanos en la playa. Puede muy bien suponerse que dicha formación se hubiera iniciado después del plioceno, continuando en nuestros días.

Formaciones análogas a ésta son las de la playa de la Albufereta, en las cercanías de la capital, en el Cabo de las Huertas y la que se presenta en las inmediaciones de Torrevieja. De la misma formación, pero sin los caracteres que hacen a la de Altea tan interesante, son las playas de Denia y Jávea al pie del Mongó.

En el Mapa geológico que acompaña a esta reseña he suprimido en muchos puntos el diluvial, por no presentar este terreno un gran espesor, pues hay parajes, como las inmediaciones de Alicante, donde casi quedan reducidos sus mantos a las tierras de labor. Igualmente ocurre en el valle de Cocentaina y en otros puntos de la provincia. En otros parajes donde no deja de ofrecer importancia, como ocurre en las inmediaciones del Pinoso, en la hoya de Castalla, en las inmediaciones de Sax, de Monóvar y de Elda, no ha sido marcado sino en los lugares donde ocupa gran extensión, suprimiéndose algunos retazos independientes porque la representación de asomos de tan escasa importancia no compensaría la complicación que supondría su representación en una comarca ya tan entrecortada por diversas formaciones, haciendo en cambio que no se apreciase la estratigrafía de esa parte del país.

Las manchas más importantes del diluvial en la provincia de Alicante son las siguientes:

Mancha de Denia y otras manchas del NE. de la provincia.—Entre Denia y Ondara se cruza una planicie, prolongación de la faja diluvial de Gandía y que, a su vez, se continúa por una llanura alargada de SE. a NO. que se extiende entre Pedreguer y Gata, quedando casi por completo a Poniente de la carretera que conduce a Alicante. Es como una rama desprendida de la planicie de Denia y apenas alcanza un kilómetro de ancho en su comienzo. Al E. de Gata se sobrepone al cretáceo que allí se encuentra otra fajita mucho más pequeña, formada, como toda esta llanura diluvial, por tierras rojas, con algunos mantos irregulares de conglomerados que presentan muy variada composición, tanto por el tamaño de sus cantos como por la consistencia del cemento. Sobre estas tierras arcillosas se encuentran a menudo capas de travertino terroso blanco, como ocurre en el cerro de Pinelles, en el cual los travertinos rodean a este islote cretáceo. La mancha cuaternaria que se extiende a Poniente de Denia forma un golfo en el cretáceo hasta Tormo y Orba con la misma composición ya dicha de mantos irregulares de arcillas rojas, que alternan con otros, más irregulares aún, de gujarros aglomerados, alcanzando bastante espesor, según se puede ver en ambas márgenes del río Girona.

En la vertiente meridional del cerro del castillo de Denia, sobre la caliza cretácea, yacen unas capas de caliza cavernosa con fragmentos escasos de conchas de especies vivientes. La misma formación se puede observar al Sur del puerto, al pie del Mongó, prolongándose dicha formación por la orilla del mar hacia el cabo San Antonio. Al período reciente debe corresponder una fajita de arenas amarillas que comienza en el puerto de Denia al pie del cerro del Castillo y bordea la costa hacia el Norte.

Idéntica formación de tierras rojas y mantos pedregosos se extienden entre Denia y Vergel, y desde este pueblo la carretera se ajusta a la línea sinuosa de separación del cretáceo y el diluvial, con pequeños entrantes de este último en los diferentes cerros que hace aquí. En algunos puntos el diluvial se compone de tierras negruzcas que suman un espesor muy grande y que están dedicadas al cultivo del arroz. En las inmediaciones de Pego, por ambas orillas del barranco de la Huerta, se sobreponen al cretáceo mantos regulares de tierras rojas pedregosas, diluviales, reducidas a diferentes asomos de pocas hectáreas de extensión. Según se avanza hacia Poniente de Pego por el valle de Gallinera, los asomos cuaternarios son más reducidos y más cascajosos, predominando en unos puntos los cantos poco rodados de caliza y en otros confundándose con el escaso aluvión del río.

Entre el cabo de San Antonio y el puerto de Jávea adquiere el terreno diluvial bastante espesor; está formado por arcillas rojas alternando con lechos de guijarros de muy variable grueso. Al Este del puerto de Jávea corre paralelamente a la costa una faja estrecha de la arenisca deleznable llamada *tosca* en la localidad, la cual se presenta en lechos delgados, horizontales. La parte de esta faja caliza que se encuentra al lado del mar se halla cubierta por una colonia de políperos, la que por su aspecto indica la reciente emersión de estos bancos.

El mioceno se encuentra cubierto por el cuaternario en una extensión de forma triangular, entre el Mongó, el mar y las colinas que se elevan a tres kilómetros al Sur de Jávea. La costa presenta pequeños médanos allí donde faltan los arrecifes de tosca. Todo el mioceno de las proximidades del Cabo San Martín está cubierto por una capa de travertino que adquiere

el mayor desarrollo en la falda del Monte de Guaira, que es donde comienza el terreno cretáceo e impide observar la forma en que se verifica el contacto de esta última formación y la miocena.

Al pie del Castillo de Almoraira, a Poniente de este pueblo, en la orilla del mar, se encuentra una manchita de arenisca blanda que se explota en la localidad para hacer sillarejos. Es de la misma formación, casi reciente, ya citada, y aún se ven en ellas, aunque muy destrozados, algunos restos de fósiles cuaternarios. La manchita se reduce a una faja de unos 150 á 200 metros de largo, que corre paralelamente a la costa con una anchura media de 40 metros. Las capas se presentan con gran regularidad y un espesor de pocos centímetros, y buzan al Sur con inclinación que a veces llega a 45°, siendo ésta una caída de las capas de mucha consideración, si se tiene en cuenta su origen recentísimo. La población de Almoraira está edificada en el remate oriental de esta fajita. Entre la Almoraira y el puerto hay otro asomo de la misma clase.

Mancha de Altea.—Ya he descrito anteriormente la formación de la playa de Altea en las inmediaciones del Cabo Negret; ahora indicaré solamente que igual formación se presenta al pie de los acantilados de la sierra Helada, especialmente en la punta de la Escaleta, en la rada de Benidorm. En cuanto al terreno diluvial, si bien alcanza una considerable extensión en el Oeste de Altea, no ofrece en cambio en la mayoría de la superficie que ocupa un espesor de importancia, quedando reducido en unos sitios a las tierras de labor y descubriendo, en grandes extensiones de terreno, las formaciones triásica y cretáceo que forman el suelo de esta parte de la provincia.

El diluvial en esta comarca se encuentra formado por brechas poligénicas, cuyos elementos proceden de las sierras vecinas, y por haber sufrido tan poco acarreo presentan los cantos angulosos. También contienen buena cantidad de materias yesosas y arcillosas procedentes de las margas abigarradas del triás. En los sitios donde el diluvial alcanza más espesor está formado por tierras arcillosas de un color rojo sombrío debido también a los elementos de las rocas triásicas y al óxido de hierro procedente de la descomposición de las ofitas, de las que hay allí varios asomos de diferente importancia. Entre los

cantos de caliza que integran las brechas cuaternarias que en parte cubren el llano, predominan los fragmentos de calizas numulíticas, a causa de ser de esta formación las principales sierras que limitan la mancha diluvial.

Mancha de Alicante.—Al pie de la sierra de San Julián, y en el remate meridional de la Albufereta se extiende, con un kilómetro proximamente de longitud y una anchura de 100 metros, término medio, un depósito de origen marino que fué en otro tiempo una playa, levantada hoy hasta 25 metros sobre el nivel del mar actual. Está formada por bancos delez-nables compuestos de conchas de especies recientes que se deshacen con los dedos. Algunos tienen, sin embargo, bastante compacidad, intercalándose con ellos otros formados de brechas que se presentan a modo de lentejones irregulares, algunos de un cuarto de metro cúbico. Comienza el depósito en la boca del túnel de San Julián, del ferrocarril de la Marina, y llega hasta el comienzo de la llanura de la Albufereta, donde las arenas de la playa hacen un entrante de un centenar de metros. En la Albufereta las calizas y molasas inmediatas al mar están acribilladas de marmitas de gigantes que tienen generalmente de 10 a 25 centímetros de diámetro, con profundidades diversas y que en algunas llegan hasta 70 centímetros.

Al pie de la sierra de San Julián y cerca del cabo de la Huerta empieza desde la Albufereta el depósito de tierras rojas y travertino que se extiende por los llanos de San Juan y Muchamiel.

Separando la sierra de San Julián de la llamada Cordillera de los Angeles se extiende el cuaternario, constituido en unos puntos por una especie de travertino y tierras muy calizas. La mayoría del terreno está cubierto por materiales de acarreo modernos y por tierras de cultivo. A la izquierda de la carretera que une Alicante con el Palamó se extiende una mancha cuaternaria interrumpida en su comienzo por el mioceno de la base del Castillo de San Fernando y por una colina aislada situada á unos dos kilómetros de la capital. El cuaternario ocupa también al Oeste de Alicante grandes planicies que se extienden hasta la sierra de las Atalayas y las lomas de la sierra de Santa Pola.

Al Sur de Villafranqueza el diluvial está casi reducido a las

tierras de labor, excepto en algunas pequeñas eminencias en que aparece un travertino rojizo encima de aluviones antiguos. La consistencia del travertino permite la formación en él de cuevas que son utilizadas como viviendas.

Mancha del Mediodía de la provincia.—Una gran mancha diluvial se extiende por el Sur de la provincia, dividida en dos partes distintas por el plioceno que forman las sierras de Uchillo, de la Escotera, del Molar, etc., y por la formación aluvial del lecho del Segura.

La sierra del Molar, de formación pliocena está cubierta por capas de travertino, compacto y de color rojo de ladrillo en unos puntos, terroso y blanquecino en otros. Los bancos superiores, debido a infiltraciones en sus grietas, están cubiertos de concrecciones de caliza casi pura, fenómeno que manifiesta hoy claramente como se ha ido efectuando paulatinamente sobre las rocas calizas la formación de los travertinos que ahora las cubren. Algunos de ellos contienen fragmentos de caliza negra triásica con el aspecto de una brecha. Yacen casi del todo horizontales con pequeñas inclinaciones al N. y NE. En la bajada de la sierra del Molar hacia la costa, por los barrios de Marina, en el Pinet, el travertino ofrece muy poco espesor, asomando la formación pliocena.

Hasta el empalme de las carreteras de Santa Pola a Aspe y a Torrevieja se cruzan las arenas de las marismas de Elche. La continuación a Santa Pola siguen los límites del reciente marino arenoso y de las tierras rojas diluviales con *Helix*. Entre Elche y Dolores se extiende la llanura del Saladar, del todo estéril por la abundancia de eflorescencias salinas que exudan las arenas de grano muy fino. En invierno se forma en el Saladar una laguna de cuatro kilómetros de largo por dos de ancho, de aguas amargas.

En las cumbres de la Atalaya y de Moganto, en las inmediaciones de Benijofar, termina el plioceno, al que se sobrepone el travertino de color rojo ladrillo. Este, a su vez, es cubierto por las tierras de la planicie que se extiende hasta cerca de Torrevieja, en donde reaparecen las launas de travertino compacto. Entre Torrevieja y San Pedro del Pinatar se prolongan los travertinos compactos suavemente inclinados al Este que en los acantilados de la costa, en los desmontes de la carretera y en las

márgenes de la Cañada Hermosa y Río Seco se muestran superiores a otros grumosos y brechoides debajo de los cuales asoman las arcillas sabulosas rojas menos arcillosas que las sobrepuestas, a los travertinos.

La mancha cuaternaria de Torrevieja se extiende en una planicie con suave declive hacia el mar desde las inmediaciones de Benijofar y Rojales hasta los confines con la provincia de Murcia por San Pedro del Pinatar y el Mar Menor, desde los cuales continúa hasta los llanos de Cartagena al Sur de la sierra de Carrascoi, con una veintena de metros de desnivel hasta el mar.

La faja de médanos de Guardamar alcanza por el NE. hasta la albufera de Elche en su remate al Norte se reduce a 400 metros en Marina y a poco más de 100 metros en la salina ó torre del Pinet. Por el Sur avanzan hasta el cabo Cervera, donde las arenas alcanzan más de 40 metros de altitud. En la caleta de la Mata tienen hasta 300 metros de anchura.

Cien metros tierra adentro se señala la primera línea de médanos y la última llega hasta las mismas casas del pueblo con otros 500 metros de ancho. La altura a que llegan los médanos es de unos 25 metros término medio.

En la formación de los médanos ha habido recientemente una recrudescencia que se debe atribuir a la despoblación de los montes, tan común por desgracia en toda la Península y de la que está muy lejos de poderse exceptuar la provincia de Alicante. Es indudable que la gran cantidad de tierras que las lluvias arrancan a las despobladas sierras de la región, determinan en varios puntos de la costa y especialmente en Guardamar (desembocadura del Segura) condiciones favorables para la formación de los médanos. El avance de éstos, que tan alarmante había llegado a ser en años anteriores, pues alcanzaba a las mismas casas del pueblo, ha sido ahora detenido gracias a las plantaciones de palmeras y pinos que se llevan a cabo en aquella localidad bajo la dirección de los Ingenieros de Montes.

Desde Bigastro a Jacarilla y Benjuzar, el camino sigue las masas diluviales de tierras finas sabulosas, rojizas, distinguiéndose el cuaternario de aquí del de Alicante y Novelda por la facies de travertinos y lechos pedregosos que en esas tierras

tanto abundan. El llano intermedio entre las sierras de Callosa y de Orihuela se compone de tierras margosas gris claras, ligeramente amarillas, sabulosas en varios sitios, mostrándose en la rambla de Beniferri al pie de este pueblo con un espesor de más de 10 metros; debajo se intercalan capas de aglomerados de cantos pequeños y medianos de diversos terrenos. Desde la Granja hasta Crevillente se extienden los mantos pedregosos diluviales con tierras arenosas amarillas y saliendo de Crevillente para Aspe, a un kilómetro del pueblo, en las márgenes del barranco de Bosch, las capas de conglomerados y arcillas rojas diluviales se levantan con más de 30 grados de inclinación al S. SE. Debajo de ellas, sobre la derecha del barranco se cruzan las calizas compactas y margas blancas con que termina la serie terciaria.

Al SO. de Elche se extiende una gran llanura formada por el cuaternario; su altitud es tan escasa que el terreno está siempre medio inundado, constituyendo los grandes terrenos pantanosos llamados saladares. Ya cerca del Molar el terreno se levanta algo, apareciendo vestigios del cuaternario marino, con los mismos fósiles que los encontrados en la Albufereta de Alicante. Indudablemente la formación debió extenderse por todo el litoral, habiendo desaparecido por efecto de la erosión marina en el período actual. Los depósitos de fango que forman el saladar y las extensas llanuras de esta parte de la provincia, son resultado del relleno de una gran albufera que debió ocupar esta comarca y cuyos restos son las pequeñas albuferas que existen actualmente.

Manchas del NO.—Una gran mancha de formación cuaternaria se presenta al Oeste de Villena y se extiende por las provincias de Murcia y Albacete, en las cuales alcanza mayor desarrollo que en la de Alicante. En los confines con la provincia de Valencia, la formación cuaternaria del NO. de Alicante se apoya sobre una formación arenosa que corresponde al plioceno que ocupa los collados entre las sierras de formación cretácea. Los mantos diluviales se componen de arcillas rojas alternantes con conglomerados calizos, y en algunos sitios adquiere también bastante desarrollo una formación tobácea.

Estos materiales cuaternarios rodean las lomas triásicas que cortan el llano de Villena y ocupan toda la extensión de esta

dilatada llanura que se prolonga muchos kilómetros hacia el Sur y contiene en su extremo la llanura de Salinas. Por el Este y por el Sur está limitada esta gran llanura cuaternaria por el eoceno y al Oeste por el cretáceo. Algunos asomos de estos dos últimos terrenos, así como del triásico, cortan la continuidad de la formación cuaternaria.

Una parte de los valles de Aspe, Novelda y Monóvar están cubiertos en su fondo por el cuaternario, si bien el espesor de esta formación es poco considerable y deja asomar en muchos puntos la formación infrayacente.

La vega de Novelda es acaso el sitio donde se presenta con mayor espesor el diluvial, el cual está compuesto de mantos de tierras rojas arcillosas con algunos lentejones de conglomerados y en otras partes cubiertas por capas de travertino. La misma composición ofrece el cuaternario entre Monóvar y Novelda y se presenta formando una estrecha faja, interrumpida á trechos y en general con muy escaso espesor. En algunos sitios éste es algo más considerable, como ocurre en la estación de Monóvar, donde los mantos diluviales ocultan al mioceno infrayacente. Por el Sur se prolonga el cuaternario que forma la vega de Novelda hasta una manchita triásica que al pie de la Peña del Medio aparece en el camino de Aspe al Hondón de las Nieves. Los mantos cuaternarios alcanzan en toda esta mancha muy poco espesor, el cual aún disminuye conforme se avanza hacia el Sur; las tierras rojas diluviales se encuentran mezcladas con otras grises y amarillentas que muestran claramente su naturaleza terciaria e indican la poca potencia que alcanza en esta comarca la formación cuaternaria.

Aluviones de los ríos.—La formación aluvial alcanza su mayor desarrollo en el lecho del Segura, sobre todo en la parte más inmediata á la provincia de Murcia. En esta parte del río, o sea en las cercanías de Orihuela, los mantos aluviales están formados principalmente por tierras rojizas o negras que producen una excelente tierra de cultivo. Estos mantos terrosos alternan con otros arenosos, cuyos materiales proceden indudablemente de las sierrecitas pliocenas que limitan por el Sur el cauce del río.

Conforme se avanza aguas abajo, los depósitos aluviales son más pedregosos, y están formados por cantos de rocas de diversas formaciones, entre las cuales se encuentran fragmen-

tos de cuarcitas de color rojizo que, así como otros muchos trozos de pizarras y calizas marmóreas, muestran por su naturaleza que proceden de las sierras estrato-cristalinas que se elevan en la orilla derecha del valle del Segura en la provincia de Murcia hasta las cercanías de la capital y también debe aportar una buena cantidad de materiales de la misma edad estrato-cristalina el Guadalentín, importante afluente del Segura que bordea las sierras primitivas de la costa en gran parte de su curso.

También se encuentran entre los aluviones del Segura fragmentos de talcitas de aspecto paleozoico, pero que pertenecen a la formación triásica de las sierras de Callosa y Orihuela. Las capas de pizarras talcosas del triás de Alicante, de donde proceden estos cantos, ocupan un nivel superior á las areniscas rojas y se presentan en las citadas sierras con iguales caracteres que en el triásico de Lorca y de otros puntos del Mediodía de España; en las cercanías de Málaga, por ejemplo. Los depósitos aluviales del Segura rodean por su base los cerros pliocenos de la sierra de Urchillo en las inmediaciones de Bigastro, Algorfa, etcétera, y al Sur del primero de estos pueblos ocupan dichos depósitos un estrecho seno que forma en ese punto el terciario.

La extensa mancha aluvial del Segura presenta su mayor ancho al Sur de Orihuela y se prolonga más al Este hasta Almoradí. Forma una gran planicie limitada al S. y SO. por las sierras de Benejuzar, Rojales, Benijofar, Algorfa y el Molar, y al Norte por las sierras de Orihuela y Callosa, mientras que por el NE. se comunica con las llanuras de Elche y Dolores. Los aluviones del valle del Segura, formados por materiales arcillosos en su mayoría y mezclados en variables proporciones con arenas y tierras calcáreas, constituyen una de las zonas más fértiles de la provincia de Alicante, si bien en varios sitios se presentan algunos rodales áridos y sólo provistos de malezas a causa de la presencia en el terreno de una considerable cantidad de salitre que se muestra en eflorescencias en la superficie del suelo.

La formación aluvial del Segura termina antes de llegar a la desembocadura, donde el río se abre paso entre pequeñas sierras de formación pliocena. Los depósitos pedregosos del cauce del río en esta parte son de muy escasa importancia, y la formación pospliocena está representada en la margen izquierda por los mantos diluviales de la planicie que se extiende por

el Norte hasta Elche. El río Seco ó Monegre presenta, desde su desembocadura hasta Muchamiel, un gran espesor de depósitos aluviales por ambas márgenes. Están compuestos dichos mantos aluviales por arenas amarillas y gravas en el nivel inferior y por conglomerados de grandes cantos de caliza en el superior. La mayoría de los cantos que forman estos conglomerados son de caliza numulítica y en algunos sitios dichos conglomerados, cuyos elementos se hallan unidos por un cemento calizo, ofrecen gran consistencia.

Los depósitos aluviales descansan sobre las margas eocenas y las cretáceas y, conforme se remonta el río aguas arriba de Muchamiel, va disminuyendo el espesor de los mantos cuaternarios y el cauce del río se muestra formado por las margas abigarradas con yesos del triás.

Contrasta grandemente el notable espesor de los aluviones de este río y el tamaño de los cantos que constituyen dichos aluviones, y que indican el abundante caudal y la intensidad de la corriente que tuvo en otras edades, con la actual escasez de aguas que presenta y que justifica el nombre de río Seco con que también se le conoce.

En las inmediaciones de Villena se pueden observar los depósitos aluviales del Vinalapó y principalmente en el recodo formado por este río y conocido con el nombre de El Caracol que ocupa el valle de Biar comprendido entre la sierra de San Cristóbal y la Peña Rubia.

Los aluviones son principalmente arenosos, pero se presentan también algunos niveles de arcilla que alternan con los mantos de arena, lo que da lugar a la existencia de varios niveles acuíferos dentro del cuaternario. De todas maneras estos depósitos aluviales no ofrecen el espesor de los del Segura ni tampoco su extensión superficial, y únicamente en esta parte del valle de Villena es donde se distingue el carácter de los aluviones claramente diferenciado de los demás depósitos cuaternarios que se extienden por toda esta comarca.

El mismo río Vinalapó ha depositado algunos mantos de aluvión en las cercanías de Novelda y de Monóvar, pero estos depósitos son de muy escasa importancia, así como los aluviones del río de las Fuentes y de la Rambla de la Romana y los de algunos pequeños ríos de la región de la Marina.

PEDRO NOVO Y CHICARRO.



MEMORIA
SOBRE UNA MERIDIANA GEOGRAFICA
TRAZADA EN
SANTANDER

Objeto del trazado.

El objeto del trazado a que esta Memoria se refiere, ha sido el de substituir por él el que de antiguo existía en paraje de la Magdalena, por haber desaparecido los mojones que le determinaban, al hacerse de este sitio residencia Real y construirse el Palacio en terreno dentro del cual estaba situado el pilar que fijaba el límite Norte de aquel trazado.

Localización del trazado.

La nueva meridiana queda determinada por dos puntos, situados: el uno en la primera playa del Sardine-ro y el otro en el paraje de Cabo menor, próximo a la Casa cuartel de Carabineros. Estos puntos quedan individualizados por los centros de las caras superiores de dos pilares de piedra de sillería, exactamente iguales.

correspondientes a los extremos de la línea.

Tiene cada sillar una longitud total de 1,40 metros, y viene a estar constituido por dos prismas de base cuadrada cuyos ejes están en prolongación el uno del otro; teniendo cada prisma igual longitud de 0,70 metros, pero diferente sección, la del que corresponde a la parte superior del sillar tiene de lado 0,36 metros, y 0,60 metros la del otro prisma, que viene a constituir la base o zócalo del primero; las caras laterales de estas dos porciones del sillar se acuerdan entre sí por superficies curvas.

Ambos pilares se han fundado sobre roca firme.

El del Norte tiene por cimiento una ligera base de mampostería. En cuanto al del Sur ha sido preciso fundarlo sobre un fuerte macizo de hormigón que, descansando en la roca, atraviesa la importante capa de arena que la recubre.

El centro del pilar del Sur dista del tajamar de la pila núm. 2, a contar desde la situada al Este de las que sirven de fundación a la galería de los baños, 9,50 metros. Del tajamar de la pila núm. 3, 4,87 metros, y 2,84 metros del de la pila núm. 4. El centro del mojón del Norte dista de la esquina Sur-Este de la Casa cuartel 26,90 metros; de la esquina Sur-Oeste, 5,65 metros, y 11,96 metros de la Noroeste. El centro de este mojón ha quedado también relacionado por medio de azimutes geodésicos, tomados

Descripción de los mojones.—Fijación de éstos en el terreno.

Distancias de los mojones a puntos fijos.

Azimutes geodésicos del centro del mojón del Norte.

desde él a diferentes puntos notables del terreno; esos puntos los designaremos por los números 1, 2, 3 y 4; y el centro del mojón por la letra *E*; los azimutes hallados fueron:

E-1	127°	25'	5",89
E-2	302°	42'	15",83
E-3	359°	59'	48",76
E-4	20°	58'	28",45

Designándose por (1) pararrayos del faro de Cabo mayor; (2), eje del remate de la cubierta del faro de Mouro; (3), centro de la cara superior del mojón del Sur de la meridiana; (4), pararrayos de la casa de D. Antonio Junco. (Véase nota A.)

La distancia que media entre los dos mojones del trazado, resultó ser próximamente de 1.464 metros. (Véase nota B.)

Para llevar a cabo las operaciones que ha sido necesario practicar, nos hemos servido, en primer lugar, de un teodolito de Brunner, núm. 2, reiterador en los dos círculos en los cuales aprecia teóricamente, por medio de los nonius, que en número de cuatro lleva en cada círculo cinco segundos sexagesimales. La división va en el sentido directo en los dos círculos, siendo éstos fijos, y móviles los nonius, de modo que los azimutes por una parte, y las distancias cenitales por otra, crecen con las lecturas. La graduación del nivel paralelo al limbo vertical y la de este círculo van en opuesto sentido, y la fórmula en este caso aplicable para el cálculo de las distancias cenitales será:

Distancia entre los mojones.

Instrumentos empleados en las operaciones.

Nivel del círculo cenital.

$$2 \zeta = (D + d) - (I + i)$$

Cada parte de este nivel equivale a un arco de cinco segundos; y cada parte del que corresponde al eje horizontal, diez segundos. (Véase nota C.) Además, se ha hecho uso de un cronómetro de Frodsham, arreglado al tiempo medio, y de un barómetro metálico de Dollond compensado, que es sensible a una diferencia de nivel de un metro, y también de un termómetro centígrado.

Para la determinación de la meridiana, se ha calculado previamente, por observaciones a la estrella Polar, el azimut de la línea determinada por el centro del pilar del Norte, sobre el cual se hicieron las observaciones, y el eje del remate de la cúpula del faro existente en la isla de Mouro, a la entrada de la bahía de Santander. En la determinación de ese azimut no ha sido necesario hacer uso de las fórmulas generales, puesto que los cálculos vienen ya hechos en las efemérides tituladas (*) *Connaissance des Temps*, de que al efecto nos hemos servido.

Determinación del azimut fundamental. Métodos empleados.

Tablas de efemérides.

(*) Los importantes defectos inherentes al teodolito que fué preciso utilizar para la adquisición de los datos en el terreno, no permitieron verificar las medidas de ángulos con la rigurosa precisión que hubiera sido de desear. Tampoco fueron favorables a nuestro propósito, en los días en que éstas se efectuaron, las condiciones de estado del tiempo; las cuales obligaban con frecuencia a interrumpir la marcha ordenada de las operaciones durante largos intervalos, impidiendo así la aplicación de métodos de observación más perfectos que los que forzosamente hubieron de emplearse. Y teniendo en cuenta en tales circunstancias, que la aplicación de más o menos rigurosos métodos, al cálculo del azimut, había de tener influencia muy secundaria en el grado de exactitud de los resultados, hemos prescindido de emplear las fórmulas generales, concretándonos a utilizar para nuestro objeto los datos relativos a azimutes de la Polar consignados en las efemérides *Connaissance des Temps*.

Existen en este almanaque tablas de azimutes de la estrella Polar, correspondientes a latitudes comprendidas entre 0° y 65° y calculados de grado en grado para todos los ángulos horarios (de diez en diez minutos), comprendidos entre 0^h y 24^h. Como se ve, estas tablas tienen por argumento la latitud del lugar en que se haga la observación y el ángulo horario. El primero de estos elementos, o sea la latitud, puede conocerse en la mayor parte de los casos con el suficiente grado de aproximación; porque, como puede verse en las tablas dichas, las variaciones de azimut correspondientes a una variación de algunos minutos, en la expresión de la latitud, no son muy grandes, especialmente cuando se opera en puntos cuyas latitudes, como en el caso presente sucede, se aproximan a 43°; tampoco tienen gran influencia en los resultados, para estos valores de la latitud, los errores que puedan cometerse en la determinación del ángulo horario, y bastará conocer éste con un minuto de error, cuando se trate de trabajos, como el presente, que, dado el objeto a que están destinados, no exigen un alto grado de precisión.

En las antedichas efemérides se consigna una observación de latitud, hecha en el muelle de Santander, que es de 43° 27' 52"; fué hecha esta observación por el personal del Depósito hidrográfico, y nos ha servido de base para fijar, con el suficiente grado de exactitud, la correspondiente al

Valores que se han aceptado para la latitud y colatitud de la estación de Cabo menor.

centro del pilar de la estación de Cabo menor; en efecto, siendo la distancia aproximada entre el antiguo muelle de Calderón y una paralela a la dirección del mismo, trazada por la estación de Cabo menor, de 3.000 metros próximamente, según el plano de Coello, y tomando como longitud del radio polar de la tierra la que se consigna en las efemérides dichas, o sea 6.356515 metros, resulta para la diferencia de latitud entre aquel muelle y la estación de Cabo menor

$$0^{\circ} 0' 97'' = 1' 37'';$$

así, pues, la latitud muy aproximada de la estación de Cabo menor será: $43^{\circ} 29' 29''$ o en números redondos: $43^{\circ} 29' 30''$; y, por lo tanto, el de la colatitud será $\lambda = 46^{\circ} 30' 30''$. La cifra que hemos aceptado para valor de la latitud, concuerda muy bien con la que, después de practicado este trabajo, hemos visto corresponde al vértice geodésico de Llatías, situado a unos tres kilómetros al Oeste de Cabo menor. Según las observaciones hechas por el Instituto Geográfico, consignadas en la obra de Geodesia de Clarcke (*) y como resultado de observaciones hechas por tres distintos métodos, la latitud de dicho vértice es de $43^{\circ} 29' 29'' 08$. Así, pues, no ha sido necesario utilizar para nuestro objeto el cuadro de observaciones cenitales de la Polar que se consigna en la carpeta, aceptándose en definitiva, para valor de la colatitud, la

(*) Versión española del profesor D. Eduardo León y Ortiz.

Determinación del ángulo horario.

cifra antedicha, o sea $46^{\circ} 30' 30''$.

La determinación del otro argumento de las tablas (ángulo horario) se ha hecho calculando previamente la hora local. Las imperfecciones de que adolecían los instrumentos de que hemos podido disponer en la práctica de las operaciones, no han permitido una determinación exacta de este antecedente, por más que de todos modos se haya obtenido con el suficiente grado de precisión para el objeto que nos proponíamos.

En cuanto a los métodos de observación empleados, debe hacerse notar que las observaciones directa e inversa hechas con el teodolito, nos dan solamente el doble de la distancia cenital en cada caso, o mejor dicho, la suma de las distancias cenitales. La mitad de esta suma, no es en realidad la distancia cenital correspondiente al instante medio, sino solamente en los casos en que el movimiento del astro en distancia cenital, es exactamente proporcional al tiempo, condición que en la mayor parte de los casos no queda cumplida. Si las dos observaciones se hacen lejos del meridiano y el intervalo entre ambas no pasa de uno o dos minutos de tiempo, parece que el error resultante de esa hipótesis sea despreciable; pero no sucede lo mismo cuando aquéllas están separadas por un periodo de tiempo más largo; en este caso deberá de eliminarse el error, o emplear un método de cálculo del ángulo horario que le haga desaparecer de los resultados, y como

*Métodos de observación.
Necesidad de aplicar en el presente caso el de distancias cenitales dobles.*

quiera que entre cada observación directa e inversa ha mediado un intervalo de tiempo bastante mayor que el expresado, deberá de emplearse uno u otro de los procedimientos indicados, y que se refieren a la determinación del ángulo horario por el método de distancias cenitales dobles.

En la aplicación de este método, que es el que hemos seguido, debe de tenerse en cuenta que el cálculo del ángulo horario por distancias cenitales simples, se hace con arreglo a la fórmula:

$$\cos \zeta = \cos \delta \cos \lambda + \sin \delta \sin \lambda \cos P,$$

Elementos del triángulo de posición.

en la cual ζ , δ y λ expresan respectivamente, la distancia cenital, la distancia polar y la colatitud; esto es, los tres lados del triángulo de posición: de los cuales se conoce siempre la distancia polar, que es el complemento de la declinación por las efemérides; y en el caso presente, también la colatitud, con el necesario grado de exactitud, como se ha dicho; en cuanto a P que es el elemento que se trata de calcular, es el ángulo opuesto a la distancia cenital.

Si se miden dos distancias cenitales ζ' y ζ'' para la aplicación del método dicho, deberá verificarse para cada una de ellas según la fórmula anterior:

$$\begin{aligned} \cos \zeta' &= \cos \delta \cos \lambda + \sin \delta \sin \lambda \cos P' \\ \cos \zeta'' &= \cos \delta \cos \lambda + \sin \delta \sin \lambda \cos P'' \end{aligned}$$

Sumando las dos ecuaciones precedentes, miembro á miembro se tendrá:

Fórmulas referentes a la aplicación del método de distancias cenitales dobles.

$$\begin{aligned} &\cos \frac{1}{2} (\zeta' + \zeta'') \cos \frac{1}{2} (\zeta' - \zeta'') \\ &= \cos \delta \cos \lambda + \sin \delta \sin \lambda \\ &\cos \frac{1}{2} (P' + P'') \cos \frac{1}{2} (P' - P''). \end{aligned}$$

Valores de los términos que entran en esas fórmulas.

Para valor de la diferencia $P' - P''$ se puede tomar la diferencia de las horas de las observaciones, valuadas en tiempo sidéreo (en tiempo verdadero si se trata de observaciones cenitales del Sol), y convertido en arco. Se conocen, por lo tanto, para la resolución de la fórmula que antecede, los siguientes datos:

$$\frac{1}{2} (\zeta' + \zeta''); \frac{1}{2} (P' + P'') \text{ y } \frac{1}{2} (P' - P'')$$

En cuanto a la cantidad $\frac{1}{2} (\zeta' - \zeta'')$, hay que hacer notar que es un ángulo muy pequeño (*), el cual no necesita conocerse con gran precisión por venir expresado en función del coseno si $\zeta' - \zeta'' = 2^\circ$ se necesitaría que ese valor variara en $30''$ para dar lugar a un error de una unidad en la sexta cifra decimal. El medio más fácil de calcular $\zeta' - \zeta''$ es deducir de las mismas observaciones el valor de la velocidad del movimiento del astro en distancia cenital, para lo cual es preciso haber hecho por lo menos un par de observaciones cenitales completas. Se escribirá:

$$\begin{aligned} \cos \frac{1}{2} (\zeta' + \zeta'') \cos \frac{1}{2} (\zeta' - \zeta'') \\ = \cos z \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \cos \frac{1}{2} (P' + P'') \cos \frac{1}{2} (P' - P'') \\ = \cos \phi \end{aligned} \quad (2)$$

Deduzcamos de la primera ecuación el valor del ángulo z y se tendrá:

Método para calcular la diferencia de distancias cenitales.

(*) Véase E. Caspari. *Cours d'Astronomie pratique.*

$$\cos z = \frac{\cos \delta \cos \lambda + \sin \delta \sin \lambda}{\cos \phi} \quad (3),$$

fórmula que nos demuestra que ϕ es el ángulo horario correspondiente a la distancia cenital z . Pudiera calcularse ϕ por una de las fórmulas referentes a distancias cenitales simples, y encontraríamos $\frac{1}{2}(P' + P'')$ por la relación

Cálculo de $\cos \frac{1}{2}(P' + P'')$

$$\cos \frac{1}{2}(P' + P'') = \frac{\cos \phi}{\cos \frac{1}{2}(P' - P'')} \quad (4)$$

lo que equivale a calcular:

$$\frac{\cos \frac{1}{2}(P' + P'')}{\cos z - \cos \delta \cos \lambda} = \frac{1}{\sin \delta \sin \lambda \cos \frac{1}{2}(P' - P'')} \quad (5)$$

fórmula que es la que en definitiva se ha empleado para calcular la hora local correspondiente a cada una de las veintiocho observaciones cenitales del Sol que figuran en el adjunto cuadro. De estas sólo se han utilizado las seis últimas correspondientes al día 16 de Agosto, o sean los números 23, 24, 25, 26, 27 y 28; obteniéndose los siguientes estados del cronómetro, en adelanto:

Valores de la rectificación del cronómetro, respecto al tiempo medio local.

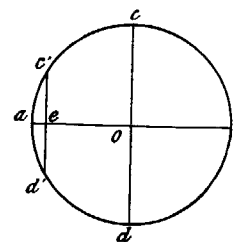
Núm. 23.....	0 ^h 17 ^m 19 ^s ,88
" 24.....	0 ^h 17 ^m 25 ^s ,22
" 25.....	0 ^h 17 ^m 26 ^s ,02
" 26.....	0 ^h 17 ^m 25 ^s ,85
" 27.....	0 ^h 17 ^m 20 ^s ,51
" 28.....	0 ^h 17 ^m 25 ^s ,36

las cuales dan un promedio para el estado del cronómetro de

$$0^h 17^m 23^s,806$$

en adelanto. (Véase nota D.)

Método seguido para hacer las observaciones al Sol.



Las observaciones se hicieron apuntando con el anteojo al centro del Sol, por el método de Liais, o sea como se indica en la figura adjunta, en la que ab y cd representan los hilos del retículo, y el círculo O la imagen del disco del Sol, que durante la observación se proyectaba en una cartulina colocada a la distancia conveniente delante del ocular; los segmentos $ac'e$ y $ad'e$ se procuró que fueran sensiblemente iguales, y también que sus dimensiones fuesen muy reducidas a fin de que el error, al dirigir la visual, no llegara a ser muy considerable. Hubiera resultado más exacto el hacer la observación cuando uno de los bordes del Sol es tangente al hilo horizontal; de todos modos, el método seguido da resultados aceptables para el cálculo de la hora, especialmente cuando no es necesario obtenerla con mucha exactitud; y es ventajoso, porque evita en cada caso la corrección del semidiámetro. También lo es el procedimiento de recoger la imagen del Sol en una pantalla en vez de hacer la observación dirigiendo la visual por el anteojo; porque esto último, cuando se trata de distancias cenitales pequeñas, resulta muy molesto. La instalación del círculo cenital en el vertical del Sol se conseguía deteniendo el movimiento del círculo azimutal, cuando sobre éste se proyectaba de canto la sombra del círculo vertical; una vez instalado el aparato en el vertical del Sol, no era preciso más que hacer girar el anteojo

alrededor del círculo vertical, hasta tanto que se proyectaba la imagen de aquél sobre la pantalla dicha.

Todas las distancias cenitales se han corregido, en primer lugar, del error resultante de la inclinación del eje vertical. Esta rectificación se ha hecho anotando en las dos posiciones del anteojo, o mejor dicho, del círculo vertical, directa e inversa, el estado del nivel paralelo a dicho círculo. Representando por *D* e *I* las lecturas directa e inversa hechas en el círculo cenital, y por *d* e *i* las correspondientes lecturas del nivel paralelo a dicho círculo en las posiciones expresadas, se obtendrá la distancia cenital para cada observación, por la fórmula consignada en la página 152 de esta Memoria.

Conocido el estado del cronómetro respecto al tiempo medio local por la práctica de las observaciones cenitales del Sol y resolución de las fórmulas de la página 157, se ha procedido después a rectificar las horas que aparecen en la carpeta de observaciones a la Polar, verificadas en 16 y 17 de Agosto, así como también a la corrección de las correspondientes lecturas de direcciones del círculo azimutal, a fin de eliminar los errores debidos a la falta de exacta perpendicularidad entre los ejes del teodolito, y a la de verticalidad del eje vertical; teniendo al efecto en cuenta las indicaciones del nivel del eje horizontal anotadas en la última columna de dicha carpeta. (Véase nota E.)

Rectificación del error en la medida de distancias cenitales, por inclinación del eje vertical.

Rectificación de las indicaciones del cronómetro.— Correcciones azimutales.

Una vez preparados así los datos de observación, tomados los promedios de las indicaciones de los cuatro Nonius del círculo, y admitiendo para la latitud de la estación la cifra expresada en la página 154, o sea $43^{\circ} 29' 30''$, se han obtenido por interpolaciones en las tablas de las Efemérides los diez y ocho valores que figuran en el estado núm. 6 (Véase nota F.) de azimutes de la Polar que corresponden a las nueve observaciones (practicadas en las dos posiciones del círculo vertical directa e inversa; lo cual da dos valores del azimut para cada observación completa). Por diferencias entre las lecturas azimutales correspondientes a cada una de estas observaciones aisladas y los promedios, en cada caso, de las lecturas directa e inversa de las direcciones al remate de la cubierta del faro de Mouro, se han obtenido los diez y ocho valores que para el azimut fundamental figuran en el dicho estado, y habida cuenta de lo expresado en la nota F, sólo se han utilizado diez y seis para la formación del promedio. Catorce de estos valores del azimut provienen de observaciones completas correspondientes a los números de orden 1, 2, 3, 4, 6, 8 y 9; y dos de observaciones aisladas que son: la Directa de la núm. 5 y la Inversa de la núm. 7.

Escribiendo las de este último grupo tal como se consignan en el repetido estado núm. 6, y tomando promedios entre las Directas e Inversas del primero, se podrá formar el siguiente cuadro:

Cálculo del azimut por las tablas de las Efemérides.

Cálculo del azimut promedio Cabo menor - Mouro. Error medio.— Idem probable.— Idem máximo.

Cuadro referente al cálculo de errores. (*)

Números de orden.	Valores de observación. (c)	Número de repeticiones. (n)	Productos. (cn)	Errores respecto a (C)	Cuadrados. (x ²)	Productos. (n. x ²)
1	41' 11",86	2	82' 23",72	+ 1',1493	1,320890	2,641780
2	42' 10",07	2	84' 20",14	+ 0',1791	0,032076	0,064152
3	42' 43",93	2	85' 27",86	- 0',3852	0,148379	0,296758
4	43' 5",12	2	86' 10",24	- 0',7384	0,545234	1,090468
5	40' 28",89	1	40' 28",89	+ 1',8655	3,480090	3,480090
6	41' 22",74	2	82' 45",48	+ 0',9680	0,937024	1,874048
7	42' 42",84	1	42' 42",84	- 0',3670	0,134689	0,134689
8	42' 39",35	2	85' 18",70	- 0',3089	0,095419	0,190838
9	43' 57",61	2	87' 55",22	- 1',6132	2,602414	5,204828
		16	11° 17' 33",09			14,977651

Dedúcese de este cuadro para valor de

$$C = \frac{(cn)}{(n)} = 0^{\circ} 42' 20",81 \\ = 42',3469686$$

Por lo tanto, se tiene en definitiva para valor del azimut Cabo menor-Faro de Mouro: $A = 122^{\circ} 42' 20",81$

El error medio correspondiente a la unidad de peso, o a una observación aislada, se tiene por la aplicación de la fórmula: $E^2 = \frac{(nx^2)}{N-1}$; y por lo tanto, según los datos del precedente cuadro:

$$E = 0',9992 = 0'59",952 = 1'$$

El error medio del resultado, es:

(*) Se ha formado con arreglo al formulario que se emplea en los Apuntes de Teoría de errores de observación del profesor don Antonio Portundo.

$$E_1 = \frac{E}{\sqrt{16}} = \frac{E}{4} = 15''$$

El error probable de C, será

$$R = 0,6745 \cdot 15'' = 10'',1175$$

El error máximo del resultado

$$d = 4 \cdot R = 40'',47$$

En la página 169 de la nota A que acompaña a esta Memoria, se ha consignado que el valor del azimut *Cabo menor-Mouro*, con arreglo al cual se ha hecho el replanteo del mojón del Sur, es de $122^{\circ} 42' 15",82$. El que acabamos de hallar, es de

$$\underline{122^{\circ} 42' 20",81}$$

Existe, por lo tanto, entre los dos una diferencia de $0^{\circ} 0' 4",99$. Esta diferencia proviene de haberse calculado el primero de los dos valores mencionados, en el supuesto de ser todas las observaciones de peso igual, siendo así como se consigna en el precedente cuadro, que las correspondientes a los números de orden 5 y 7 tienen un peso mitad que las restantes. La diferencia, como se ve, es muy pequeña y no hay para qué tenerla en cuenta, toda vez que no puede influir prácticamente en la localización del mojón del Sur, si se tiene presente lo considerable de la distancia que media entre éste y el del Norte.

A continuación se unen los datos de la carpeta de observaciones referentes a la medición de distancias cenitales del Sol y de distancias cenitales y azimutes de la Polar, que han

servido de base a este trabajo, que terminamos haciendo constar que tanto en la adquisición de los datos en el terreno, como en la confección de estados y operaciones de replanteo, nos ha prestado su eficaz cooperación el Sr. Auxiliar de Minas afecto al servicio del Distrito de Santander, D. Isaac Arias.

RAMÓN AGUIRRE.

AL

CEI

Nivel.

21 —
 20 —
 21 —
 22 —
 25,25 —
 26 —
 24 —
 22 —
 24,50 —
 21,75 —
 22,75 —
 21,50 —
 18,25 —
 14,50 —
 12,75 —
 15 —
 15 —
 18 —
 18,25 —
 20,50 —
 22,25 —
 22,50 —
 22,25 —
 25 —
 24,25 —
 25,50 —
 23,50 —
 23 —





OBSERVACIONES CENITALES DEL SOL

MES DE AGOSTO DE 1911

POSICION DEL CIRCULO CENTAL

Número de observaciones efectuadas. Reiteraciones.	DIRECTA										INVERSA										Días de observación.
	Hora de la observación.	Nivel.	Termómetro	Barómetro. Milímetros.	NONIUS				Hora de la observación.	Nivel.	Termómetro	Barómetro. Milímetros.	NONIUS								
					I	II	III	IV					I	II	III	IV					
1	9 ^h 31 ^m 32 ^s	19	—31,50	82 ^o	755 ³ / ₄	214° 44' 10"	124° 44' 10"	34° 44' 10"	304° 44' 5"	9 ^h 42 ^m 46 ^s ,50	21	—38	29 ^o	755 ³ / ₄	125° 32' 15"	35° 32' 20"	305° 32' 10"	215° 32' 10"			
2	10 ^h 1 ^m 24 ^s ,25	19,50	—38	28 ^o	755 ³ / ₄	210° 1' 30"	120° 1' 10"	30° 1' 30"	300° 1' 30"	10 ^h 3 ^m 8 ^s	20	—33,50	20 ^o	755 ³ / ₄	129° 29' 20"	39° 29' 5"	300° 29' 15"	219° 29' 10"			
3	10 ^h 16 ^m 1 ^s ,50	20	—38	29 ^o	755 ³ / ₄	207° 47' 30"	117° 47' 30"	27° 47' 15"	397° 47' 15"	10 ^h 23 ^m 27 ^s	21	—33,50	28 ^o	755 ³ / ₄	131° 47' 30"	41° 47' 16"	311° 47' 30"	221° 47' 25"			
4	10 ^h 43 ^m 7 ^s	19,25	—33,75	23 ^o	755 ³ / ₄	204° 3' 32"	114° 5' 30"	24° 5' 15"	254° 5' 20"	10 ^h 49 ^m 25 ^s	22	—36,50	27 ^o	755 ³ / ₄	133° 8' 5"	45° 7' 55"	313° 8' 15"	223° 8' 0"			
5	10 ^h 58 ^m 23 ^s ,50	19	—30,50	27 ^o	755 ³ / ₄	202° 15' 15"	112° 15' 15"	22° 15' 0"	292° 15' 0"	11 ^h 4 ^m 49 ^s	25	—36,35	29 ^o	755 ³ / ₄	136° 54' 30"	46° 54' 8"	316° 54' 15"	226° 54' 15"			
6	11 ^h 13 ^m 34 ^s	19,75	—30,75	27 ^o	755 ³ / ₄	200° 39' 25"	110° 39' 25"	20° 39' 15"	290° 39' 15"	11 ^h 20 ^m 53 ^s ,50	26	—37	30 ^o	755 ³ / ₄	138° 28' 45"	48° 28' 35"	318° 28' 30"	228° 28' 30"			
7	1 ^h 8 ^m 39 ^s ,50	18	—30,50	27 ^o	755 ³ / ₄	198° 56' 15"	108° 56' 15"	18° 56' 5"	288° 56' 10"	1 ^h 34 ^m 30 ^s ,25	24	—35,75	27 ^o	755 ³ / ₄	137° 13' 0"	47° 12' 30"	317° 12' 20"	227° 12' 30"			
8	1 ^h 45 ^m 15 ^s	19	—30,25	27 ^o	755	203° 24' 35"	112° 24' 30"	22° 24' 20"	292° 24' 30"	1 ^h 54 ^m 42 ^s ,25	22	—34,25	26 ^o	755	134° 54' 50"	44° 54' 30"	314° 54' 40"	224° 54' 40"			
9	3 ^h 46 ^m 30 ^s ,50	13,50	—28,75	27 ^o	755	220° 59' 30"	130° 51' 0"	40° 50' 30"	310° 50' 40"	3 ^h 57 ^m 34 ^s ,25	24,50	—37,50	29 ^o	755	115° 41' 30"	26° 41' 25"	286° 41' 45"	235° 41' 30"			
10	4 ^h 6 ^m 40 ^s ,25	18	—26,75	25 ^o ¹ / ₂	755	224° 22' 15"	134° 22' 10"	44° 21' 50"	314° 22' 5"	4 ^h 16 ^m 55 ^s ,25	21,75	—34,50	29 ^o	755	112° 15' 45"	22° 15' 25"	292° 15' 55"	238° 15' 45"			
11	4 ^h 38 ^m 58 ^s	11,50	—26	25 ^o	755	223° 15' 15"	133° 15' 25"	43° 15' 10"	313° 15' 10"	4 ^h 40 ^m 32 ^s	22,75	—35,75	28 ^o	755	108° 0' 25"	18° 0' 5"	288° 0' 25"	198° 0' 25"			
12	4 ^h 48 ^m 15 ^s ,25	14,25	—26,50	27 ^o	755 ¹ / ₂	231° 49' 50"	141° 49' 45"	51° 49' 45"	321° 49' 45"	5 ^h 9 ^m 24 ^s	21,50	—35,25	25 ^o ¹ / ₂	755	102° 46' 50"	15° 46' 40"	282° 46' 50"	192° 46' 56"			
13	5 ^h 42 ^m 53 ^s ,25	12,75	—27,25	24 ^o ¹ / ₂	756 ¹ / ₂	177° 43' 45"	87° 43' 35"	357° 43' 20"	267° 43' 16"	5 ^h 52 ^m 17 ^s	18,25	—27	27 ^o	756 ³ / ₄	91° 3' 15"	1° 3' 5"	271° 3' 20"	181° 3' 25"			
14	9 ^h 58 ^m 34 ^s ,25	12,50	—26,25	27 ^o	756 ¹ / ₂	175° 15' 10"	85° 14' 00"	355° 14' 45"	265° 14' 45"	10 ^h 5 ^m 50 ^s	14,50	—22,25	26 ^o ¹ / ₂	756 ³ / ₄	93° 6' 20"	3° 5' 55"	273° 6' 10"	183° 6' 26"			
15	10 ^h 13 ^m 1 ^s ,25	11,50	—25,50	27 ^o ¹ / ₂	756 ³ / ₄	173° 8' 0"	83° 5' 60"	353° 5' 40"	263° 5' 45"	10 ^h 15 ^m 59 ^s ,50	12,75	—26,50	25 ^o	756 ³ / ₄	85° 11' 45"	3° 11' 30"	275° 11' 45"	185° 11' 50"			
16	10 ^h 29 ^m 57 ^s ,25	11	—24,50	30 ^o ³ / ₄	756 ³ / ₄	170° 40' 30"	80° 40' 20"	350° 40' 20"	260° 40' 20"	10 ^h 42 ^m 1 ^s ,25	15	—28,25	28 ^o ¹ / ₂	757	88° 11' 15"	8° 11' 0"	278° 11' 30"	188° 11' 15"			
17	10 ^h 50 ^m 47 ^s	8,25	—21,25	30 ^o	757	168° 0' 45"	78° 0' 30"	348° 0' 30"	258° 0' 25"	10 ^h 52 ^m 25 ^s ,25	15	—27,50	28 ^o	757	100° 3' 66"	10° 3' 80"	280° 3' 0"	190° 3' 55"			
18	11 ^h 18 ^m 38 ^s	7,75	—20,50	30 ^o	757	165° 4' 30"	75° 4' 25"	345° 4' 25"	255° 4' 25"	11 ^h 23 ^m 35 ^s	18	—30,50	26 ^o ¹ / ₂	757 ¹ / ₂	102° 38' 0"	12° 37' 55"	282° 38' 15"	192° 38' 0"			
19	11 ^h 30 ^m 52 ^s ,25	6,25	—17,50	29 ^o ¹ / ₂	757 ¹ / ₂	164° 0' 30"	74° 0' 15"	344° 0' 15"	254° 0' 15"	11 ^h 36 ^m 15 ^s	18,25	—30,50	26 ^o	757 ¹ / ₂	103° 39' 10"	13° 38' 50"	283° 39' 0"	193° 39' 10"			
20	11 ^h 44 ^m 7 ^s ,75	4	—16	29 ^o ¹ / ₂	757 ¹ / ₂	163° 9' 50"	73° 9' 40"	343° 9' 30"	253° 9' 25"	11 ^h 50 ^m 30 ^s	20,50	—32,25	27 ^o	757 ¹ / ₂	104° 23' 25"	14° 26' 15"	284° 23' 45"	194° 23' 25"			
21	11 ^h 59 ^m 7 ^s	4,60	—16,75	27 ^o	757 ¹ / ₂	162° 28' 0"	72° 28' 0"	342° 27' 45"	252° 27' 55"	12 ^h 5 ^m 49 ^s	22,25	—33,25	27 ^o	757 ¹ / ₂	105° 1' 55"	15° 1' 45"	285° 2' 0"	195° 1' 55"			
22	12 ^h 11 ^m 0"	6,60	—17	28 ^o ¹ / ₂	757 ¹ / ₂	162° 8' 30"	72° 8' 0"	342° 7' 55"	252° 7' 55"	12 ^h 16 ^m 53 ^s ,25	22,50	—33,50	26 ^o ¹ / ₂	757 ¹ / ₂	105° 10' 35"	15° 10' 25"	285° 10' 50"	195° 10' 45"			
23	4 ^h 34 ^m 36 ^s	18	—29	28 ^o ¹ / ₂	759 ¹ / ₂	214° 49' 30"	124° 49' 30"	34° 49' 15"	304° 49' 20"	4 ^h 41 ^m 22 ^s	22,25	—37,25	27 ^o ¹ / ₂	759 ¹ / ₂	91° 25' 0"	1° 24' 45"	271° 25' 0"	181° 25' 5"			
24	4 ^h 49 ^m 33 ^s	14,25	—28,25	28 ^o	759 ¹ / ₂	217° 29' 0"	127° 29' 0"	37° 29' 40"	307° 29' 50"	4 ^h 57 ^m 46 ^s ,50	25	—39	28 ^o ¹ / ₂	759 ¹ / ₂	88° 27' 5"	368° 27' 0"	368° 27' 5"	178° 27' 16"			
25	5 ^h 3 ^m 40 ^s	15,60	—29,25	28 ^o	759 ¹ / ₂	219° 1' 45"	130° 2' 0"	40° 2' 0"	310° 1' 45"	5 ^h 9 ^m 30 ^s	24,25	—38	28 ^o ¹ / ₂	759 ¹ / ₂	89° 20' 5"	359° 20' 5"	369° 20' 15"	179° 20' 15"			
26	5 ^h 17 ^m 43 ^s	15	—25,50	25 ^o ³ / ₄	759 ³ / ₄	222° 35' 0"	132° 35' 15"	42° 34' 55"	312° 35' 0"	5 ^h 23 ^m 54 ^s	25,50	—39,25	28 ^o	759 ³ / ₄	83° 55' 0"	353° 54' 30"	363° 54' 40"	173° 55' 0"			
27	5 ^h 28 ^m 57 ^s	14,75	—28,25	25 ^o	759 ³ / ₄	224° 38' 25"	134° 38' 30"	44° 38' 15"	314° 38' 25"	5 ^h 35 ^m 37 ^s	23,50	—37,50	26 ^o	759 ³ / ₄	81° 36' 5"	351° 35' 55"	361° 36' 15"	171° 36' 15"			
28	5 ^h 42 ^m 48 ^s	14,25	—28,25	24 ^o ³ / ₄	759 ³ / ₄	227° 7' 10"	137° 7' 15"	47° 7' 10"	317° 7' 5"	5 ^h 50 ^m 3 ^s	23	—37,50	24 ^o ³ / ₄	759 ³ / ₄	79° 0' 0"	348° 58' 55"	259° 0' 0"	169° 0' 5"			

Día 11 de Agosto de 1911.

Día 12 de Agosto de 1911.

Día 16 de Agosto de 1911.

POSICION DEL CIRCULO CENTRAL

Número de observaciones efectuadas — Retenciones.	DIRECTA										INVERSA										Indicaciones del nivel del eje horizontal.	Días de observación.
	Hora de la observación.	Nivel del círculo vertical.	Termómetro.	Barómetro en milímetros.	Clase de la observación — Limbo.	Puntos observados.	NONIUS DIRECTA				Hora de la observación.	Nivel del círculo vertical.	Termómetro.	Barómetro en milímetros.	Clase de la observación — Limbo.	Puntos observados.	NONIUS INVERSA					
							I	II	III	IV							I	II	III	IV		
1	8h 21m 80s	14,50 — 84	22 ^o 1/2	769 3/4	CENTRAL.....	Polar.....	200° 44' 15"	110° 44' 15"	209 48' 35"	290° 44' 0"	9h 8m 60s	14 — 83,75	21 ^o 1/2	760	CENTRAL.....	Polar.....	106° 52' 25"	16° 52' 25"	286° 52' 30"	196° 52' 50"		
					AZIMUTAL.....	Faro de Moura.	84° 36' 45"	174° 36' 40"	284° 36' 40"	354° 36' 35"					264° 41' 35"	354° 41' 30"	84° 41' 45"	174° 41' 30"				
2	11h 30m 55s,50	14,60 — 85,60	18°	769 1/4	CENTRAL.....	Polar.....	273° 17' 16"	183° 17' 20"	98° 16' 40"	3° 16' 40"	11h 54m 60s,50	12 — 33	13°	759	CENTRAL.....	Polar.....	181° 13' 40"	91° 13' 30"	1° 13' 30"	271° 13' 30"		
					AZIMUTAL.....	Faro de Moura.	155° 19' 0"	245° 19' 0"	335° 19' 10"	65° 19' 5"					96° 30' 0"	186° 30' 30"	335° 14' 20"	65° 14' 10"				
3	12h 53m 11s	6 — 87,25	19°	758 1/2	CENTRAL.....	Polar.....	340° 35' 30"	250° 35' 30"	160° 35' 30"	70° 35' 25"	13h 12m 47s	6,60 — 28	19°	759	CENTRAL.....	Polar.....	249° 12' 45"	159° 12' 45"	69° 12' 45"	389° 13' 0"		
					AZIMUTAL.....	Faro de Moura.	226° 10' 30"	316° 10' 30"	46° 10' 15"	186° 10' 20"					46° 2' 30"	136° 2' 30"	226° 2' 15"	316° 2' 30"				
4	14h 39m 10s	12 — 84	18°	759	CENTRAL.....	Polar.....	49° 58' 40"	319° 58' 55"	229° 58' 30"	139° 58' 35"	15h 4m 46s	7 — 29	18°	759	CENTRAL.....	Polar.....	319° 12' 45"	229° 12' 25"	139° 12' 30"	49° 12' 25"		
					AZIMUTAL.....	Faro de Moura.	296° 14' 50"	26° 14' 50"	118° 14' 45"	206° 14' 50"					116° 3' 30"	206° 3' 25"	296° 3' 20"	99° 3' 25"				
5	16h 6m 20s	19,25 — 41	18°	759	CENTRAL.....	Polar.....	119° 27' 35"	29° 27' 45"	299° 28' 0"	209° 27' 30"	16h 29m 49s,50	14,50 — 36,50	13°	759	CENTRAL.....	Polar.....	30° 10' 0"	300° 10' 0"	210° 10' 0"	130° 10' 0"		
					AZIMUTAL.....	Faro de Moura.	4° 58' 0"	94° 57' 45"	184° 57' 45"	274° 57' 50"					179° 55' 45"	269° 55' 35"	369° 55' 30"	89° 55' 45"				
6	8h 51m 16s	8,50 — 28	22°	768	CENTRAL.....	Polar.....	121° 0' 15"	31° 0' 10"	301° 0' 15"	211° 0' 0"	9h 9m 56s	8,75 — 28,25	22°	768	CENTRAL.....	Polar.....	27° 21' 15"	297° 21' 15"	207° 21' 20"	117° 21' 25"		
					AZIMUTAL.....	Faro de Moura.	6° 29' 0"	96° 28' 0"	186° 22' 45"	276° 22' 50"					186° 23' 30"	276° 23' 30"	6° 23' 30"	96° 23' 25"				
7	12h 12m 22s	16 — 36	21° 1/2	768	CENTRAL.....	Polar.....	190° 0' 30"	100° 0' 25"	10° 0' 15"	280° 0' 15"	12h 42m 26s	13,60 — 33,50	21°	767 1/4	CENTRAL.....	Polar.....	98° 23' 0"	8° 22' 30"	278° 22' 56"	188° 23' 0"		
					AZIMUTAL.....	Faro de Moura.	74° 15' 45"	164° 15' 45"	254° 15' 45"	344° 15' 45"					254° 36' 55"	344° 36' 55"	74° 36' 45"	164° 36' 55"				
8	14h 22m 24s	17,25 — 37,50	20°	756 3/4	CENTRAL.....	Polar.....	268° 55' 15"	168° 55' 15"	78° 55' 15"	348° 55' 15"	14h 51m 39s	14 — 36	20°	756 1/4	CENTRAL.....	Polar.....	168° 6' 15"	78° 6' 15"	348° 6' 15"	268° 6' 20"		
					AZIMUTAL.....	Faro de Moura.	144° 47' 45"	234° 47' 30"	324° 47' 25"	54° 47' 45"					324° 33' 45"	54° 34' 0"	144° 34' 0"	234° 34' 0"				
9	15h 54m 59s	15 — 36,25	19° 1/2	766 1/4	CENTRAL.....	Polar.....	258° 48' 45"	168° 48' 45"	78° 48' 15"	348° 48' 40"	16h 16m 23s	13 — 34,25	19°	756 1/4	CENTRAL.....	Polar.....	168° 9' 20"	78° 9' 15"	348° 9' 15"	268° 9' 15"		
					AZIMUTAL.....	Faro de Moura.	144° 8' 30"	234° 8' 30"	324° 8' 30"	54° 8' 30"					323° 57' 20"	53° 57' 35"	143° 57' 30"	233° 57' 25"				

Día 16 de Agosto de 1911.

Día 17 de Agosto de 1911.

NOTAS O ADICIONES A LA MEMORIA

NOTA (A)

Azimuthes tomados desde el centro del mojón del Norte.

Para localizar el mojón del Norte, se dirigieron desde el centro de su cara superior visuales a puntos notables del terreno. Esta operación se practicó con un teodolito de anteojo central construido por Salmoiraghi, que aprecia diez segundos de arco en el círculo azimutal, por medio de dos microscopios micrométricos, y en el cenital, treinta segundos por dos nonius.

Se practicaron las siguientes vueltas de horizonte, incompletas:

1. ^a vuelta.				
Visuales. a	POSICIONES DEL CÍRCULO VERTICAL			
	Directa. Microscopios.		Inversa. Microscopios.	
	A	B	A	B
1	232° 52' 50"	52° 53' 11"	52° 54' 40"	232° 54' 40"
2	48° 10' 0"	228° 10' 19"	228° 11' 25"	48° 11' 56"
3	105° 27' 38"	285° 28' 2"	285° 29' 10"	105° 29' 31"
4	126° 26' 15"	306° 26' 40"	306° 28' 1"	126° 28' 10"
2. ^a vuelta.				
1	322° 3' 10"	142° 3' 10"	142° 4' 55"	322° 5' 5"
2	137° 20' 14"	317° 20' 39"	317° 21' 51"	137° 22' 5"
3	194° 37' 45"	14° 38' 20"	14° 39' 19"	194° 39' 35"
4	215° 36' 24"	35° 36' 50"	35° 37' 55"	215° 38' 10"
3. ^a vuelta.				
1	52° 11' 0"	232° 11' 10"	232° 9' 28"	52° 10' 12"
2	227° 28' 20"	47° 28' 45"	47° 26' 58"	227° 27' 10"
3	284° 45' 50"	104° 45' 58"	104° 44' 30"	284° 44' 50"
4	305° 44' 32"	125° 44' 30"	125° 42' 55"	305° 43' 25"
4. ^a vuelta.				
1	142° 3' 40"	322° 3' 56"	322° 2' 10"	142° 2' 25"
2	317° 20' 40"	137° 21' 2"	137° 19' 15"	317° 19' 42"
3	14° 38' 20"	194° 38' 30"	194° 36' 40"	14° 37' 10"
4	35° 37' 0"	215° 37' 11"	215° 35' 40"	35° 36' 5"

Observaciones referentes al anterior estado

(1) Pararrayos del faro de Cabo Mayor.—(2) Eje del remate de la cubierta del faro de Mouro.—(3) Centro de la cara superior del mojón Sur de la meridiana.—(4) Pararrayos del hotel de D. Antonio Junco.

El aparato empleado aprecia, como se ha dicho, diez segundos en el círculo azimutal; pero la distancia entre cada dos divisiones de los tambores micrométricos es lo suficientemente amplia para que a simple vista se puedan apreciar, aunque sin garantizar la exactitud de la medida, fracciones de ángulo más pequeñas que la indicada. Por tal motivo, algunas de las cantidades consignadas en el estado precedente aparecen escritas con unidades de segundo, siendo así que la apreciación teórica del teodolito es inferior a esta cantidad.

Hallando los promedios correspondientes de las cantidades

angulares que expresan las visuales dirigidas a los puntos 1, 2, 3 y 4, en las cuatro vueltas de horizonte, se ha escrito el siguiente estado de direcciones y ángulos que las mismas forman entre sí; éstos tienen todos por vértice común el centro de la estación de Cabo Menor:

Vueltas de horizonte.	Direcciones.	Ángulos.
1. ^a	(1) 232° 53' 50",25	175° 17' 4",75
	(2) 48° 10' 55",00	57° 17' 40",25
	(3) 105° 28' 35",25	20° 58' 41",25
	(4) 126° 27' 16",50	106° 26' 33",75
2. ^a	(1) 232° 53' 50",25	360° 0' 0",00
	(1) 322° 4' 5",00	175° 17' 7",25
	(2) 137° 21' 12",25	57° 17' 32",50
	(3) 194° 38' 44",75	20° 58' 35",00
3. ^a	(4) 215° 37' 19",75	106° 26' 45",25
	(1) 322° 4' 5",00	360° 0' 0",00
	(1) 52° 10' 27",50	175° 17' 20",75
	(2) 227° 27' 48",25	57° 17' 28",75
4. ^a	(3) 284° 45' 17",00	20° 58' 33",50
	(4) 305° 43' 50",50	106° 26' 37",00
	(1) 52° 10' 27",50	360° 0' 0",00
	(1) 142° 3' 2",75	175° 17' 7",00
4. ^a	(2) 317° 20' 9",75	57° 17' 30",25
	(3) 14° 37' 40",00	20° 58' 49",00
	(4) 35° 36' 29",00	106° 26' 33",75
	(1) 142° 3' 2",75	360° 0' 0",00

Según el estado que precede, resultan para valores de los ángulos formados por las visuales, los siguientes, en los que se designa por *E* su vértice común, o sea el centro de la cara superior del mojón Norte de la meridiana.

1 E 2..... 175° 17'.	$\begin{matrix} 4",75 \\ 7",25 \\ 20",75 \\ 7",00 \end{matrix}$	$\frac{39",75}{\text{Promedio.....}} \quad 9",9375.$
2 E 3..... 57° 17'.	$\begin{matrix} 40",25 \\ 32",50 \\ 28",75 \\ 30",25 \end{matrix}$	$\frac{131",75}{\text{Promedio.....}} \quad 32",9375.$
3 E 4..... 20° 58'.	$\begin{matrix} 41",25 \\ 35",00 \\ 33",50 \\ 49",00 \end{matrix}$	$\frac{158",75}{\text{Promedio.....}} \quad 39",6875.$
4 E 1..... 106° 26'.	$\begin{matrix} 33",75 \\ 45",25 \\ 37",00 \\ 33",75 \end{matrix}$	$\frac{149",75}{\text{Promedio.....}} \quad 37",4375.$

Si se suman ahora los valores de los promedios hallados, se tendrá:

Ángulos.	Valores
1 E 2.....	175° 17' 9",9375
2 E 3.....	57° 17' 32",9375
3 E 4.....	20° 58' 39",6875
4 E 1.....	106° 26' 37",4375
	360° 0' 0",0000

Ya con estos datos se pueden calcular fácilmente los valores de los azimutes geodésicos correspondientes a las visuales dirigidas desde el punto *E* a los 1, 2, 3 y 4. Con este objeto debe hacerse notar previamente que la dirección hallada por las observaciones de la Polar para el azimut fundamental, ha

sido de 122° 42' 15",82 y que, por lo tanto, la correspondiente a la meridiana se obtendrá añadiendo a la dirección Cabo Menor-Mouro un arco de 57° 17' 44",18; pero según el promedio de las cuatro vueltas de horizonte hechas al replantear el mojón del Sur, resulta que el ángulo formado por la línea que une los centros de las caras superiores de los pilares y el azimut fundamental Cabo Menor-Mouro es de 57° 17' 32",9375, existiendo, por lo tanto, en la medida del mismo un error en menos de 0° 0' 11",24. Resulta, por lo tanto, tomando como origen el extremo del Sur de la meridiana verdadera que pase por *E* y esté situado en una circunferencia de círculo que tenga por radio la distancia comprendida entre los dos mojones, que los azimutes geodésicos de las diferentes líneas que hemos considerado, son:

E 3.... 359° 59' 48",76	E 1.... 127° 25' 5",89
E 4.... 20° 58' 28",45	E 2.... 302° 42' 15",83

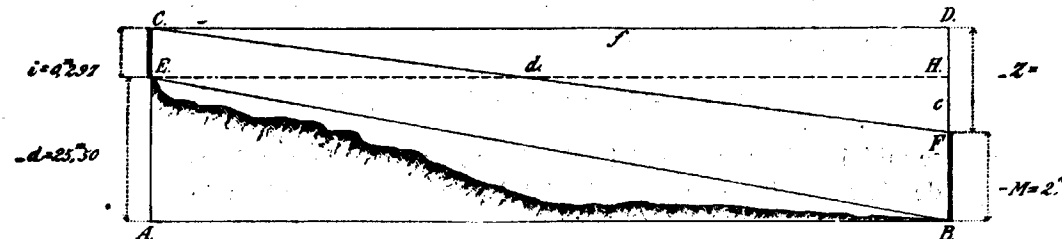
NOTA (B)

Sobre el error de localización del mojón Sur del trazado.

Conocido el error existente de 0° 0' 11",24 en la situación del extremo Sur de la línea que se ha replanteado, será fácil determinar lo que este punto se desvía del verdadero en distancia medida en el sentido Este Oeste, si se conoce la distancia que media entre los dos extremos de la línea dicha.

Esta se ha determinado resolviendo un triángulo rectángulo que tiene por altura esta distancia, y por base la diferencia de nivel que hay entre los centros de los mojones.

Para determinar la diferencia de nivel, se ha hecho uso de un barómetro metálico compensado, de Dollond, que es sensible a una variación de altura de un metro. Los resultados de cuatro observaciones, han sido los siguientes:



	Barómetro. Metros.	Diferencias. Metros.
Mojón Sur.....	300	} 25
Mojón Norte.....	325	
Mojón Norte.....	323	} 23
Mojón Sur.....	300	
Mojón Sur.....	351	} 29
Mojón Norte.....	380	
Mojón Norte.....	400	} 25
Mojón Sur.....	375	

El promedio de estas cuatro cantidades es 25,50 metros, y las diferencias de cada una de las observaciones al promedio, son respectivamente: $D_1 = 0^m,50$; $D_2 = 2^m,50$; $D_3 = 3^m,50$; $D_4 = 0^m,50$. Con estos datos se obtiene para valor del error medio de una observación: $e = 2,516$ metros; para error medio del promedio $E = 1^m,258 = 1,26$ metros, y para error probable del promedio, también 0,85 metros.

Como la distancia AB que se quiere determinar es igual a EH y a CD , la resolución del triángulo AEB se puede substituir por la del CDF . En éste se hallará el valor de Z por la conocida fórmula $d = Z - M + i$, en la cual d representa la diferencia de nivel; M la altura sobre el punto, de la mira, e i la altura del instrumento sobre la estación. En el presente caso, todas estas cantidades, excepto i , son negativas, y tienen los valores siguientes: $d = 25,50$ metros; $M = 2,05$ metros; $i = 0,297$ metros. Substituyendo estas cantidades en la fórmula general, con sus signos, se tendrá:

$$- 25,50 \text{ metros} = (- Z - 2,05 + 0,297) \text{ metros}$$

de donde se deduce:

$$- Z = (- 25,50 + 2,05 - 0,297) \text{ metros} = - 23,747 \text{ metros.}$$

Para determinar el valor de

$$CD = f = Z \text{ tang. } F = Z \text{ cotang. } C$$

se midió la distancia cenital del extremo superior de una bandera colocada sobre el mojón del Sur, y cuya longitud es de

2,05 metros, como se ha dicho. Los resultados de las observaciones hechas, se consignan a continuación:

Posición del círculo vertical.	LECTURAS DE		
	Nonius.		Nivel.
	1	2	
Directa.....	182° 5' 0"	2° 5' 0"	5,00 — 23,50
Inversa.....	0° 12' 0"	180° 13' 0"	4,00 — 22,00

En esta operación se empleó el teodolito Salmoiraghi que por medio de dos nonius, aprecia treinta segundos en el círculo cenital. Este forma cuerpo con el antejo, de cuyos movimientos es por lo tanto solidario, en tanto que los nonius son fijos. La división del limbo cenital es inversa, esto es, de derecha a izquierda, y las lecturas del nivel crecen, por el contrario, de izquierda a derecha. En estas condiciones, la fórmula que debe de emplearse para el cálculo de la distancia cenital es

$$2 \zeta = (D - d) - (I - i);$$

o lo que es lo mismo:

$$2 \zeta = (D - I) - (d - i)$$

puesto que las lecturas del círculo crecen en el mismo sentido que las distancias cenitales y que las indicaciones del nivel.

Tomando el promedio de las lecturas de los nonius, resulta:

$$\begin{array}{l} D = 182^\circ 5' 0'' \\ I = 0^\circ 12' 30'' \\ \hline 181^\circ 52' 30'' \end{array} \left| \frac{D - I}{2} = 90^\circ 56' 15'',00. \right.$$

$$\begin{array}{l} d = 0^\circ 11' 38'',25 \\ i = 0^\circ 10' 37'',00 \\ \hline 0^\circ 1' 1'',25 \end{array} \left| \frac{d - i}{2} = 90^\circ 55' 44'',38 = \zeta. \right.$$

Para la resolución del triángulo CDF se conocen por lo tanto:

$$\begin{aligned} C &= 0^\circ 55' 44'',38. \\ Z &= 23,747 \text{ metros.} \end{aligned}$$

Aplicando el cálculo logarítmico se tiene:

Log. cotang. $0^{\circ} 55' 44'',38$	1,7900759
Log. 23,747.....	1,3756088
Log. C D.....	<u>3,1656847</u>

y como el logaritmo de las tablas que más se aproxima al de la suma, corresponde al núm. 1.464,40, éste nos expresará en metros la distancia entre los puntos *C* y *D*, o si se quiere, entre los *A* y *B*.

Si ahora se supone una diferencia (en menos, por ejemplo) en la medida de la diferencia de nivel que hay entre *A* y *B*, de 1,26 metros, que es lo que se ha calculado como error medio en el promedio de las observaciones barométricas, se tendrá:

$$- 24,24 \text{ metros} = (- Z - 2,05 + 0,297) \text{ metros,}$$

de donde

$$- Z = - 22,487 \text{ metros}$$

En este caso se tienen para resolver el triángulo, los siguientes datos:

$$Z = 22,487 \text{ metros.}$$

$$C = 0^{\circ} 55' 44'',38.$$

y por tanto:

Log. 22,487.....	1,3519315
Log. cotang. C.....	1,7900759
	<u>3,1420074</u>

logaritmo que corresponde con la exactitud necesaria al número 1.386,70, el cual nos expresará en metros el nuevo valor de la distancia entre los puntos *C* y *D* o *A* y *B*. De aquí resulta que a un error de 1,26 metros en la medida de la diferencia de nivel entre *A* y *B*, corresponde otro de 77 metros próximamente en la medida de la distancia. En realidad este error es menor, porque 1,26 metros es el error medio del promedio, y el probable de las medidas barométricas hechas es solamente de 0,85 metros, por lo cual, el que corresponde a la distancia *C D* será de unos 50 metros.

El error que puede temerse en la apreciación de la distancia originado por un error (en menos, por ejemplo) de $30''$ en la medida del ángulo *C* es bastante menor; supongamos como en el primer caso que $Z = 23,747$ metros pero en vez de

$C = 55' 44'',38$, supondremos $C = 55' 14'',38$; operando lo mismo que anteriormente, se tiene:

Log. Z.....	1,3756088
Log. cotang. C.....	1,7939860
Log. C-D.....	<u>3,1695948</u>

Como el logaritmo de la suma corresponde con la suficiente exactitud al núm. 1.477,70, este número expresará también en metros el nuevo valor de la distancia *C D*.

Conocida ésta, y sabiendo que el error angular existente en la alineación del centro del mojón del Sur es de $11'',24$, se podrá determinar lo que el eje de un teodolito colocado sobre éste habrá de ser desviado hacia el Oeste, para que quede comprendido en el plano vertical que pasa por la línea meridiana verdadera trazada por el centro del mojón del Norte. Esta desviación puede calcularse considerándola como uno de los catetos de un triángulo rectángulo, en el cual el ángulo opuesto a este cateto sea de $11'',24$, siendo el otro cateto igual a la distancia entre los centros de los mojones.

Siendo la distancia entre los mojones de 1464,40 metros y designando por *x* la desviación, se tendrá:

Log. tang. $0^{\circ} 0' 11'',24$	5,7360368
Log. 1464,40.....	3,1656597
Log. x.....	<u>2,9016965</u>

El logaritmo que más se aproxima al de la suma, corresponde al núm. 0,079743; de donde resulta que la desviación que se trata de hallar es de 0,08 metros hacia el Oeste.

No será preciso tener en cuenta esta desviación al practicar observaciones en la meridiana, en vista de la considerable distancia que hay entre los mojones. Instalando una brújula sobre el centro de uno de ellos, bastará dirigir la visual al plano vertical que próximamente pase por el centro del otro, para tener la declinación de aquella con un error inferior a una centésima de grado.

Como quiera que la desviación del trazado es muy pequeña, no puede tener importancia para su cálculo el error de 77 metros que en más o en menos pueda temerse exista en la medición de la distancia que hay entre los mojones.

NOTA (C)

Sobre el teodolito empleado en las operaciones del trazado.

El teodolito de que nos hemos servido es un modelo número 2 de Brunner reiterador en ambos círculos, en los cuales aprecia teóricamente cinco segundos por medio de cuatro nonius. Este aparato está en la actualidad muy deteriorado. Cuando nos hicimos cargo de él, pudimos comprobar que los círculos giraban con mucha dificultad alrededor de sus ejes, y el movimiento general para la reiteración sólo se podía efectuar mediante un verdadero esfuerzo. Las piezas que sirven de soportes a las lentes para la lectura de los micrómetros del círculo azimutal se movían alrededor del eje vertical, también con dificultad; y aun cuando se remediaron en lo posible estas deficiencias, resultaba que con la humedad de la atmósfera, en las operaciones que se practicaban de noche, se entorpecían los movimientos de los diferentes órganos del aparato, especialmente en los que llevan las lentes, produciéndose, por lo tanto, inevitables arrastres de los círculos, especialmente en el azimutal y en el de movimiento general correspondiente, que han dado lugar a lecturas de direcciones más o menos erróneas. La cubierta o caja metálica, dentro de la cual va encerrado el plomo que sirve de contrapeso al anteojo y círculo vertical, aparece desgarrada en uno de sus bordes, en un trozo bastante importante; esto da lugar a suponer que en alguna ocasión ha sufrido un fuerte golpe dicho aparato, lo cual ha causado una deformación del círculo azimutal lo suficientemente importante para alterar por completo las inmejorables condiciones con que seguramente debió salir de manos del constructor, y que no se han conseguido restablecer, a pesar del arreglo que oportunamente debió de hacerse. Esta deformación del círculo no se aprecia a simple vista, pero al hacer las lecturas con los microscopios, se ve que en determinadas posiciones no coincide completamente el nonius en el cual se haga la lectura con el círculo.

De esta falta de perfecto ajuste entre los órganos expresa-

dos resulta sumamente difícil, en primer lugar, el apreciar cuál es la división del nonius que coincide con una determinada del círculo, y resulta también por la misma causa que a pesar de haberse engrasado bien las diferentes piezas del teodolito, los movimientos se hagan muy torpes en las observaciones de noche, como se ha indicado.

Aparte de esto, ocurre que en todas las posiciones de los nonius, aun en aquellas en que éstos coinciden mejor con el círculo, ya sea azimutal o cenital, un cierto número de divisiones que varía de cuatro a seis aparece coincidiendo con las correspondientes de los nonius, es decir, que la incertidumbre en la lectura oscila entre 20 y 30 segundos, puesto que cada división vale cinco segundos. Este resultado concuerda con el que se deduce de una fórmula fundada en consideraciones de óptica y que se consigna en la obra del constructor Salmoiraghi titulada *Instrumenti e Metodi moderni di Geometria applicata* y es la siguiente: $M R f = 18.000$; en la cual M es un número que expresa en veces el aumento de las lentes o microscopios para hacer las lecturas; R , el radio del círculo dividido expresado en milímetros, y f , la última fracción de arco que en cada caso debe de apreciarse, expresada en segundos.

Ahora bien; en el teodolito a que nos referimos el radio de la alidada es próximamente de 90 milímetros. Supondremos que las lentes aumentan diez veces, éste viene a ser el máximo de amplificación que se les puede dar; (el constructor citado dice que el aumento más usual y conveniente en la práctica, es nada más que de siete veces); y con estos datos se tendrá: $900 f = 18.000$: o $9 f = 180$, de donde $f = \frac{180}{9} = 20''$.

Esto indica que el teodolito no ha debido nunca apreciar prácticamente, y cuando estaba en perfectas condiciones de uso, más de veinte segundos; no siendo, por lo tanto, de extrañar que en sus condiciones actuales, el error que con él se cometa en las medidas, particularmente en las de ángulos azimutales, se aproxime en cada observación aislada al minuto sexagesimal.

Como los niveles de que van provistos estos aparatos nunca se dividen de modo que cada parte de nivel corresponda a un número fijo de segundos, ha sido preciso determinar en segundos el valor de una parte de nivel.

Al efecto, a una pequeña distancia del pilar en que estaba instalado el teodolito, y en alineación con uno de los tornillos de nivelación de éste, se fijó verticalmente en el suelo un lápiz, cuyo extremo bien afilado sirvió de punto de mira. Para ensayar el nivel correspondiente al eje horizontal, una vez nivelado el aparato, se hicieron las operaciones siguientes: 1.º Dirigir una visual a la mira y hacer la lectura del círculo vertical correspondiente a la inclinación. 2.º Hacer girar el círculo azimutal 90º; mediante este giro, el eje del nivel quedó en el plano de la visual anterior. 3.º Hacer en esta posición las lecturas de las dos distancias del cero de la división a los dos extremos de la ampolla, y tomando la semisuma de estas distancias, quedará individualizada la posición del centro de la misma. 4.º Sin variar la posición del aparato, mover el tornillo de nivelación comprendido en el plano vertical antedicho; por este movimiento, habrá variado la posición de la ampolla. 5.º En estas condiciones hacer otra lectura completa del nivel, análoga a la ya indicada. 6.º Hacer girar el círculo azimutal hasta tanto que el anteojo esté en el plano vertical de la visual; pero como se ha movido antes el tornillo de nivelación, la visual no pasará ya por el punto de mira, y para buscar éste, será preciso hacer girar el anteojo alrededor del círculo vertical en una cierta cantidad, y una vez enfilada la visual a la mira, hacer nueva lectura en el círculo cenital. Podemos ahora reducir a segundos la diferencia entre las dos lecturas del círculo, y dividiendo el arco expresado en segundos por el número de partes de nivel que haya recorrido la ampolla al mover el tornillo de nivelación, se tendrá el número de segundos correspondiente a cada parte del nivel del eje horizontal. De un modo análogo se ensayó el nivel paralelo al círculo cenital. Operando de este modo se vino a deducir que una parte del nivel del eje horizontal vale 10", y 5" la del nivel paralelo al círculo cenital, con el suficiente grado de aproximación.

NOTA (D)

Sobre la aplicación de las fórmulas de distancias cenitales dobles al cálculo de la observación núm. 25 del Sol para determinar la hora local.

Llamando D e I al promedio de las lecturas de los cuatro Nonius del círculo cenital, en las dos posiciones del mismo, directa e inversa respectivamente; d e i a las correspondientes indicaciones del nivel reducidas a segundos; B al promedio de las lecturas del barómetro correlativas con las del círculo, una vez hecha la corrección de 5,50 milímetros en más, que indicaban sus lecturas con relación al barómetro normal; T al promedio de las del termómetro, se tiene:

$$\begin{array}{r} D = 220^\circ 1' 52",50 \quad + d = 111",87 \\ I = 86^\circ 20' 8",75 \quad - i = 155",62 \\ \hline D - I = 133^\circ 41' 43",75 \quad - 43",75 \\ + (d - i) \quad \quad \quad - 43",75 \\ \hline 133^\circ 41' 0",00; \end{array}$$

la mitad de esta cifra será el primer valor de $\zeta_1 = 66^\circ 50' 30",00$; llamando H al ángulo de altura correspondiente; $89^\circ 59' 60",00$
 $H_1 = 23^\circ 9' 30",00$
 $= 23^\circ 9',50 = 23^\circ,15833333.$

En la distancia cenital obtenida hay que hacer las rectificaciones:

1.ª *Paralaje (sustractiva de ζ_1).*

Según la efemérides, para la altura H_1 sobre el horizonte, se tiene:

$$\begin{array}{l} 1.^\circ \text{ de Agosto } \left\{ \begin{array}{l} 22^\circ 8",04 \\ 24^\circ 7",92 \end{array} \right. \quad \left. \begin{array}{l} 23^\circ,158 \dots \dots \dots 7",97 \\ \hline 2^\circ : 0",12 : : 1^\circ,158 : x = 0",06948 \\ \hline 8",04 \\ \hline 7",97 \end{array} \right. \end{array}$$

$$\frac{1}{2} (\zeta' - \zeta) = 0^\circ 31' 42'',11;$$

y hallando el promedio entre esta cantidad y la anteriormente deducida

$$0^\circ 31' 36'',97$$

se tiene el valor definitivo: para la cantidad

$$\frac{1}{2} (\zeta' - \zeta) = 0^\circ 31' 39'',54;$$

como aparece en el estado correspondiente.

Distancia polar correspondiente a la observación núm. 25.

Este término de la fórmula empleada se deduce de la declinación. La declinación del Sol el día 16 de Agosto de 1911, en el cual se hizo la observación, fué según las efemérides (Nautical Almanac), a Mediodía medio: $D = 14^\circ 1' 31'',6$ en Greenwich, y la hora de la observación según los precedentes datos: $5^h 6^m 35^s,00$. Arreglado el cronómetro, próximamente al tiempo medio de Greenwich, no se ha tenido en cuenta la rectificación debida a la diferencia de longitud; pero como la declinación nos viene dada en las tablas, a Mediodía, habrá que determinarla para la hora de la observación. Al efecto se ha empleado la conocida fórmula de interpolación:

$$y = y_0 + t \Delta + \frac{t(t-1)}{2} \Delta^2 + \dots$$

en la cual y expresa la declinación que se quiere hallar; y_0 la declinación a Mediodía medio antedicha; Δ la diferencia entre dos consecutivos valores de la declinación, y t la hora de la observación, expresada en fracción de día. (Se tiene según las tablas del Nautical Almanac.)

Declinación del Sol a Mediodía medio en Greenwich en los días:

Días.	Declinación.	Valores de	
		Δ	Δ^2
Agosto.....	16 $14^\circ 1' 31'',6$	} - 18' 52'',6	} -13'',2
	17 $13^\circ 42' 39'',0$		
	18 $13^\circ 23' 33'',2$		

Reduciendo la hora de la observación a fracción decimal de día:

$$5^h 6^m 35^s = 0^d,213 = t; (t-1) = -0,787; \frac{t-1}{2} = -0,393$$

Con estos datos se tendrá:

$$\Delta \cdot t = -1.132'',6.0,213 = -241'',244 - 4' 1'',244$$

$$\frac{t(t-1)}{2} \Delta^2 = 0,213(-0,393)(-13'',20) = + 1'',109$$

$$\text{Rectificación.....} - 4' 0'',135$$

$$\text{A deducir de la declinación a Mediodía..} 14^\circ 1' 31'',600$$

$$\text{Declinación en la hora de la observación} 13^\circ 57' 31'',465$$

$$\text{Restando esta cantidad de.....} 89^\circ 59' 60'',000$$

$$\text{Se tiene la distancia polar buscada.....} 76^\circ 2' 28'',535 = \delta.$$

Otro de los términos de la fórmula de distancias cenitales dobles que se necesita conocer para su aplicación, es la semidiferencia $\frac{1}{2} (P' - P'')$ de las horas correspondientes a las lecturas D e I . Estas fueron para la observación número 25, según se acaba de consignar:

$$D = 5^h 3^m 40^s,00$$

$$I = 5^h 9^m 30^s,00$$

$$\text{Diferencia....} 0^h 5^m 50^s,00$$

$$\text{de consiguiente } \frac{1}{2} (P' - P'') \dots\dots\dots 0^h 2^m 55^s,00$$

Esta semidiferencia de horas que está expresada en tiempo medio, hay que convertirla en primer lugar en tiempo verdadero, y luego en arco. Para lo primero se tiene según (Nautical Almanac):

Ecuación del tiempo a Mediodía medio en Greenwich en Agosto de 1911:

$$\text{Días...} \left\{ \begin{array}{l} 16 \dots\dots\dots 4^m 19^s,98 \\ 17 \dots\dots\dots 4^m 8^s,02 \end{array} \right.$$

$$11^s,96$$

designando por e_d y e_i las ecuaciones del tiempo medio correlativas de D e I , se tendrá:

$$24^h : 11^s,96 :: 5^h 06 : x = \frac{60^s,5176}{24} = 2^s,52$$

4 ^m 19 ^s ,98	5 ^h 3 ^m 40 ^s ,00
e _d 4 ^m 17 ^s ,46	4 ^m 17 ^s ,46
	4 ^h 59 ^m 22 ^s ,54
	5 ^h 9 ^m 30 ^s ,00

$$24^h : 11^s,96 :: 5^h 16 : x = \frac{61^s,7136}{24} = 2^s,57$$

4 ^m 19 ^s ,98	5 ^h 5 ^m 12 ^s ,59
e _i 4 ^m 17 ^s ,41	4 ^m 17 ^s ,41
	4 ^h 59 ^m 22 ^s ,54
	0 ^h 5 ^m 50 ^s ,05

luego el valor en tiempo verdadero de $\frac{1}{2}(P' - P'') = 0^h 2^m 55^s,02$

Convirtiendo ahora esta cantidad expresada en tiempo verdadero, en arco, se tiene en definitiva: $\frac{1}{2}(P' - P'') = 0^\circ 43' 45'',30$; toda vez que las tablas de conversión del tiempo en arco dan para

2 ^m	30'
55 ^s	13' 45"
0 ^s ,02	0'',30

Aplicando ahora las fórmulas de la página 157 de la Memoria al cálculo del ángulo horario correspondiente a la observación número 25, se dispusieron las operaciones en el orden siguiente:

$$\text{Log. cos. } \frac{1}{2}(\zeta' + \zeta'') = \text{log. cos. } 66^\circ 52' 29'',05 = \overline{1,5941081}$$

$$\text{Log. cos. } \frac{1}{2}(\zeta' - \zeta'') = \text{log. cos. } 0^\circ 31' 39'',54 = \overline{1,9999816}$$

Log. cos. z.....	$\overline{1,5940897}$
Log. cos. δ	$\overline{1,3824190}$
Log. cos. λ	$\overline{1,8377456}$
Log. cos. δ cos. λ	$\overline{1,6260749}$
cos. z.	$\overline{1,2201646}$

el número correspondiente a este logaritmo, es: 0,42274155
 el cual restado de la unidad..... $\overline{1,0000000}$
 dará el valor de la expresión : $1 - \frac{\text{cos. } \delta \text{ cos. } \lambda}{\text{cos. } z} = \overline{0,57725845}$;

cuyo logaritmo, es: $\text{Log. } \left(1 - \frac{\text{cos. } \delta \text{ cos. } \lambda}{\text{cos. } z}\right) \dots\dots \overline{1,7613703}$;
 agregando a este logaritmo, el de cos. z..... $\overline{1,5940897}$,
 se obtiene como resultado $\overline{1,3554600}$,
 que es el valor de:

$$\text{Log. } \left[\text{cos. } z \left(1 - \frac{\text{cos. } \delta \text{ cos. } \lambda}{\text{cos. } z}\right)\right] = \text{log. cos } z -$$

cos. δ cos. λ); que es el numerador de la fórmula (5) consignada en la página 158 de la Memoria. A este último logaritmo hallado, se agregará el cologaritmo del denominador de dicha fórmula (5) y se obtendrá:

Log. (cos. z — cos δ cos. λ).....	$\overline{1,3554600}$
Colog. sen. δ	$\overline{0,0130181}$
Colog. sen. λ	$\overline{0,1393779}$
Colog. cos. $\frac{1}{2}(P' - P'')$	$\overline{0,0000352}$

$$\text{Log. cos. } \frac{1}{2}(P' + P'') \dots\dots\dots \overline{1,5078912}$$

el número correspondiente a este logaritmo es:

$$71^\circ 12' 52'',18 = \frac{1}{2}(P' + P'');$$

o sea el valor del ángulo horario expresado en arco. Se tiene ahora:

71°	4 ^h 44 ^m
12'.....	48 ^s
52''.....	3 ^s 467
0'',1.....	0 ^s ,007
0'',08.....	0 ^s ,0053
71° 12' 52'',18.....	$\overline{4^h 44^m 51^s,4793}$

que es valor de $\frac{1}{2}(P' + P'')$ en tiempo verdadero local. Para reducir éste a tiempo medio local, se ha hecho uso del valor de la ecuación del tiempo a Mediodía verdadero consignada en la página I del mes de Agosto del Nautical Almanac, para el día 16; así como las variaciones durante una hora, en el valor de dicha ecuación, en los días 16 y 17. Para fijar con el necesario grado de aproximación la longitud de la estación (Cabo Menor), respecto al meridiano de Greenwich, se ha tenido en cuenta la diferencia de longitud entre él y el de París, con lo cual se ha podido utilizar para nuestro objeto una observación de longitud hecha en el muelle de Santander (muelle de

Calderón), que aparece consignada en la tabla de posiciones geográficas de Connaissance de Temps; la cual expresada en tiempo, da para longitud de dicho muelle con relación al meridiano de París..... 0^h 24^m 36^s,00
 Diferencia longitud entre Greenwich y París.... 0^h 9^m 20^s,76
 Idem entre Greenwich y Santander (Muelle)... 0^h 15^m 15^s,24

Teniendo en cuenta que la estación de Cabo Menor está situada algo al Este del referido muelle, se ha tomado como longitud de la estación la cifra 0^h 15^m 15^s,00.

Designando por H_s y H_g las horas de la observación expresadas en tiempo de Santander y Grenwich respectivamente, se tendrá:

H_s 4^h 44^m 51^s,48
 Diferencia de longitud 0^h 15^m 15^s,00
 H_g 5^h 0^m 6^s,48

Ecuación del tiempo a Mediodía verdadero en Greenwich.

Agosto 16..... 0^h 4^m 19^s,95
 Variación en una hora.
 Día 16 0^s,488
 Día 17. 0^s,509
 0^s,021

Tomando ahora el valor de la variación en una hora, en el medio del intervalo, se tendrá:

$$\frac{H_g}{2} 2^h, 5009; \frac{2^h, 5009 \cdot 0^s, 021}{24^h} = 0^s, 002;$$

agregando esta cantidad a 0^s,488
 dará por resultado..... 0^s,490;
 cantidad que multiplicada por H_g dará: H_g 0^s,490 = 2^s,4509
 Deduciendo este producto de la ecuación anterior..... 4^m 19^s,9500
 4^m 17^s,4991
 que agregada a la hora local en tiempo verdadero..... 4^h 44^m 51^s,4793
 dará el tiempo medio local de la observación. 4^h 49^m 8^s,9784

Ahora bien, la hora del cronómetro correspondiente al ins-

tante medio, o sea la semisuma de horas en las que hicieron las lecturas Directa e Inversa, de la observación número 25, fué (véase pág. 179 de esta Nota y estado núm. 3. 5^h 6^m 35^s,00 y la hora local resulta, según se acaba de calcular. 4^h 49^m 8^s,98 El estado del cronómetro en adelanto será..... 0^h 17^m 26^s,02 como aparece en la última columna de dicho estado núm. 3. En este estado se consignan los cálculos hechos para la determinación de la hora local de las 28 observaciones practicadas en los días que a continuación se expresan:

Número de orden.	Agosto de 1911. Días en tiempo.		Número de orden.	Agosto de 1911. Días en tiempo.	
	Civil.	Astro-nómico.		Civil.	Astro-nómico.
1	11	10	15	12	11
2	íd.	íd.	16	íd.	íd.
3	íd.	íd.	17	íd.	íd.
4	íd.	íd.	18	íd.	íd.
5	íd.	íd.	19	íd.	íd.
6	íd.	íd.	20	íd.	íd.
7	íd.	11	21	íd.	12
8	íd.	íd.	22	íd.	íd.
9	íd.	íd.	23	16	16
10	íd.	íd.	24	íd.	íd.
11	íd.	íd.	25	íd.	íd.
12	íd.	íd.	26	íd.	íd.
13	12	íd.	27	íd.	íd.
14	íd.	íd.	28	íd.	íd.

Por el examen de los resultados del estado núm. 3, se ve que las observaciones hechas del núm. 1 al 12 inclusive, en 11 de Agosto (tiempo civil) corresponden a un estado del cronómetro en adelanto que se aproxima a 16 minutos. Las practicadas en el día 12 de Agosto (tiempo civil), desde la número 13 a la 22 dan para el cronómetro un adelanto de 17 minutos próximamente. Existe, pues, una diferencia de un minuto, poco más o menos, entre los resultados de las dos series de observaciones cenitales del Sol, hechas respectivamente en los días 11 y 12 de Agosto, diferencia que debe de atribuirse a una alteración en la marcha del cronómetro, probablemente debida á habérsele transportado en movimiento hasta la estación de Cabo Menor. En esta comparación de los estados del cronómetro en

los días expresados, habrán de pasarse por alto los resultados de las observaciones hechas en el día 12, cuyos números de orden son: 18, 19, 20, 21 y 22; porque en primer lugar, estas observaciones se hicieron muy cerca del meridiano, y en estas condiciones, es una causa importante de error para las medidas de distancias cenitales la colimación del eje del anteojo, la cual, por imperfecciones del teodolito, ha sido imposible calcular con la precisión debida; pero que de todos modos debe de ser de bastante entidad, a juzgar por los resultados consignados en la última columna del estado núm. 6; debiendo de tenerse presente que esta componente cenital de la colimación no se elimina por la combinación de observaciones Directas e Inversas, sino que obra siempre en el mismo sentido, y el error resultante es aditivo a las distancias cenitales.

Hay también que tener en cuenta que esas cinco observaciones, como las demás del cuadro, se han calculado por las fórmulas de alturas horarias, cuando en realidad hubieran sido de mejor aplicación las de distancias cenitales circumeridianas, puesto que éstas dan la semisuma ($P' + P''$) en función del seno. En vista de lo expuesto, se han utilizado solamente para el cálculo de la hora local, las observaciones números 23, 24, 25, 26, 27, 28, como se expresa en la página 158 de la Memoria. Se han aceptado los resultados correspondientes a estas observaciones, hechas en 16 de Agosto, porque comparadas con las del día 12, se ve que no difieren de éstas más que en los segundos (hecha la salvedad anterior referente a las números 18, 19, 20, 21 y 22); por lo que se puede tener la certeza de que en esa fecha (16 de Agosto), el cronómetro había vuelto a recobrar su marcha normal.

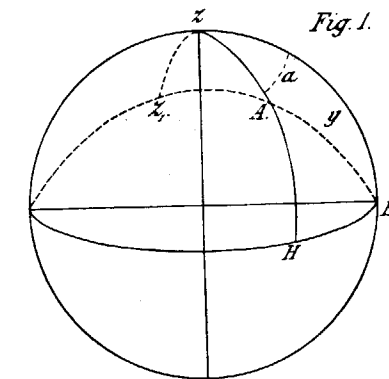
NOTA (E)

Sobre los errores habidos en las medidas de azimutes por inclinaciones de los ejes del aparato empleado.

La falta de perpendicularidad de los ejes del teodolito o la inclinación del vertical, o ambas causas a la vez, originan errores que se ha tratado de subsanar empleando los procedimien-

tos que se van a exponer, fundados en las consideraciones que a continuación se indican, extractadas del tratado de Astronomía práctica de Caspari, ya mencionada.

*Supondremos que el eje geométrico del anteojo coincide con el eje óptico, puesto que cada corrección ha de calcularse en el supuesto de ser nulas las demás; dicho eje describirá, pues, un plano perpendicular al eje horizontal. Consideremos la inclinación total de este plano sobre uno vertical que pase por

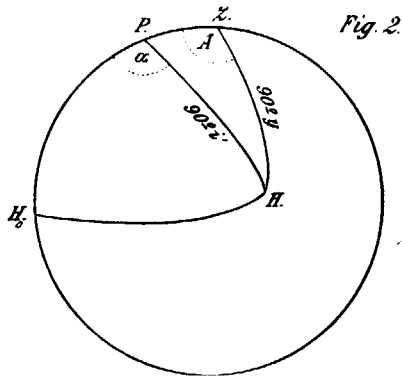


el anteojo estando éste en posición horizontal (fig. 1). Sea A el punto observado. Si el anteojo describiera un círculo vertical ZAH ; la lectura azimutal se haría en H ; pero como describe un plano AH' , tal que el ángulo $AH'Z = y$, la lectura se hará en H' ; la corrección es, por lo tanto: $HZH' = a$. El triángulo ZAH' nos da: $\frac{\text{sen. } a}{\text{sen. } AH'} = \frac{\text{sen. } y}{\text{sen. } \zeta}$ reemplazando $\text{sen. } a$

y $\text{sen. } y$ por los correspondientes arcos: $a = \frac{y \text{ sen. } AH'}{\text{sen } \zeta}$; AH'

difiere poco de AH ; es decir, de $90^\circ - \zeta$; por lo menos en tanto que ζ no es del mismo orden de magnitud que y y a . Sea por lo tanto: $AH' = 90^\circ - \zeta - \Sigma$ y se tendrá: $\text{sen. } AH' = \cos. \zeta \cos. \Sigma - \text{sen. } \zeta \text{ sen. } \Sigma$; siendo Σ del mismo orden de magnitud que y y a se despreciará su cuadrado, se tendrá así: $a = y \frac{\cos. \zeta - \Sigma \text{ sen. } \zeta}{\text{sen } \zeta} = y (\cotang. \zeta - \Sigma)$; y puesto que Σ y a es también de segundo orden, : $a = y \cotang. \zeta$.

“La inclinación y que figura en el error de azimut, es función de la inclinación i del eje vertical con la vertical, y del ángulo $90^\circ - i'$ que hace el eje horizontal con el eje vertical. Para determinarla, convengamos en tomar como origen de azimutes la posición del instrumento en la que el eje de rotación, que desde luego se supone definido por el eje común de sus muñe-
 ñeras, está en el plano determinado por el cenit y el eje vertical. Sea H_0 (fig. 2) el punto en que el eje horizontal prolongado del lado del círculo viene a cortar la esfera celeste. Hagamos girar el anteojo un ángulo α alrededor del eje vertical, y sea H la nueva posición del punto H_0 .”



“Sea P el punto en que el eje vertical viene a cortar a la esfera. El lado ZH será igual a $(90^\circ - y)$ y se tendrá en el triángulo PZH : $\text{sen. } y = \text{sen. } i' \cos. i - \cos. i' \text{ sen. } i \cos. \alpha$; o $y = i' - i \cos. \alpha$. Tenemos el medio de determinar i por el nivel paralelo al círculo vertical; i' por el nivel del eje horizontal; si, pues, se conociera α y sería conocido. Notemos desde luego que: $\frac{\text{sen. } A}{\text{sen. } \alpha} = \frac{\cos. i'}{\cos. y} = 1$ al 2º orden proximamente; se tiene pues aproximadamente: $A = \alpha$.”

“El procedimiento más sencillo y elegante para determinar las tres cantidades: i , i' y α consiste en hacer tres nivelaciones del eje horizontal en tres posiciones del anteojo equidistantes 120° en azimut; α tendrá los valores sucesivos: α_1 ; $\alpha_1 + 120^\circ$; $\alpha_1 - 120^\circ$; se tendrán entonces las tres ecuaciones:

$$\begin{aligned} y_1 &= i' - i \cos. \alpha_1 \\ y_2 &= i' + \frac{i}{2} \cos. \alpha_1 + \frac{i\sqrt{3}}{2} \text{sen } \alpha_1. \\ y_3 &= i' + \frac{i}{2} \cos. \alpha_1 - \frac{i\sqrt{3}}{2} \text{sen } \alpha_1. \end{aligned}$$

“De las cuales se deducen:

$$\begin{aligned} (4) \quad i' &= \frac{y_1 + y_2 + y_3}{3}; \quad i \text{sen. } \alpha_1 = \frac{y_2 - y_3}{\sqrt{3}}; \quad i \cos. \alpha_1 \\ &= \frac{y_2 + y_3 - 2y_1}{3} \end{aligned}$$

“De aquí se deducirá α_1 , es decir, la distancia azimutal de la 1.ª observación al punto H_0 ; si L es la lectura correspondiente, $L + \alpha_1$ será la del punto H' .”

“Una vez conocido el punto H_0 se conocerá la variable α para una posición cualquiera del anteojo, por la lectura del ángulo azimutal correspondiente comparada a $L + \alpha_1$.”

“Para la discusión y aplicación, deberán tenerse en cuenta el sentido en que crece la graduación y los signos de las cantidades i , i' e y ; i se cuenta positivamente desde el cenit al punto H_0 ; y e i' serán cantidades positivas, si los arcos ZH y PH son menores que un ángulo recto. Conviene recordar que si la perpendicular al eje horizontal inclina hacia la derecha del observador, y si se cuentan los azimutes como se ha convenido en hacerlo, esto es, en el sentido del movimiento de las agujas de un reloj, el azimut observado será demasiado grande; la rectificación será, pues, sustractiva del azimut; será sustractiva de la lectura, si las lecturas crecen en el mismo sentido, y aditiva a la lectura, si estas lecturas crecen en sentido inverso de los azimutes.”

“Si la perpendicularidad del eje horizontal y del eje vertical se hubiera establecido por construcción y comprobado, la inclinación absoluta del eje vertical y el azimut de inclinación máxima, se determinaría sin dificultad por dos nivelaciones en ángulo recto hechas con el nivel paralelo al círculo vertical. Sean y y y' las inclinaciones respectivas observadas para los azimutes A y $A + 90^\circ$; es fácil ver que la inclinación máxima Y corresponde al azimut $A + x$ tal que:

$$\text{tang. } x = \frac{y'}{y}; Y = \frac{y}{\cos. x}; Y = \frac{y'}{\text{sen. } x}$$

Aplicación de las fórmulas que preceden al cálculo de dos observaciones.

1.ª observación.

Dirección observada..... 25° 51' 33",75.

Esta dirección corresponde a la visual dirigida al faro de Mouro, y representa el promedio de las lecturas de los cuatro nonius en las dos posiciones del teodolito, directa e inversa.

Las indicaciones del nivel en tres posiciones distantes la una de la otra 120° en azimut, fueron las que a continuación se consignan y que aparecen también en la carpeta de las observaciones hechas a la Polar y en la columna que lleva por título *Indicaciones del nivel del eje horizontal.*

Nivel del eje horizontal.

Dirección.	Posición.	LECTURAS	
		Partes del nivel.	Segundos.
α_1	Directa.....	7,75 — 26,00	168",75
	Inversa.....	7,50 — 25,50	165",00
$\alpha_1 + 120^\circ$	Directa.....	8,25 — 26,50	173",75
	Inversa.....	8,50 — 26,75	176",25
$\alpha_1 - 120^\circ$	Directa.....	7,00 — 25,50	162",50
	Inversa.....	12,50 — 31,25	218",75

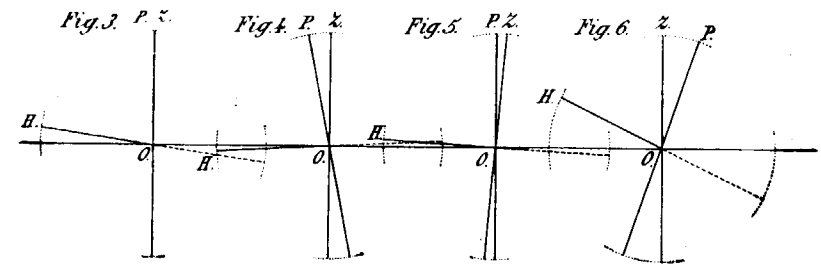
Observaciones.—Una parte del nivel = 10". D^{ta} = Lectura hacia la derecha, ó sea quedando el 0 del nivel a la izquierda del observador, colocado éste enfrente del ocular; I^{sa} = Lectura en análogas condiciones, estando el observador enfrente del objetivo.

Los valores numéricos que se deducen de este cuadro para y_1, y_2 e y_3 son: $y_1 = 1",875; y_2 = 1",25; y_3 = 28",125$. Para dar a estas cantidades el signo que les corresponda, se convenirá por de pronto en asignar (+) a los desplazamientos de la ampolla del nivel correspondientes a las lecturas *Directas* y (-) a los que corresponden a las *Inversas*; así se tendrá:

$$y_1 = + 1",875; y_2 = - 1",25; y_3 = - 28",12.$$

De modo que según las ecuaciones (4), se obtendrá para valor de i' : $i' = \frac{+ 1",875 - 1",25 - 28",12}{3} = - 9",17.$

Según este resultado, si supusiéramos el eje vertical sin inclinación ninguna, la posición relativa de éste y el horizontal sobre un plano de proyección paralelo a dichos ejes, sería la que indica la fig. 3; es decir, que colocado el observador enfrente del ocular del anteojo, la ampolla del nivel se habrá desplazado 9",17 hacia la izquierda. Ahora bien; en la posición y_1 ese desplazamiento es de 1",87 hacia la derecha; y para que esto se verifique, habrá sido preciso que (partiendo de la posición de la fig. 3) la proyección del eje vertical haya girado en sentido contrario a las agujas de un reloj en la cantidad angular:



$9",17 + 1",87 = 11",04$. Del mismo modo, para llegar a la posición y_2 el eje vertical habrá tenido que girar en el mismo sentido que antes y en la cantidad: $9",17 - 1",25 = 7",92$ como se ve en la fig. 5. Por último para la posición y_3 el eje vertical habrá girado en el sentido directo en la cantidad $28",12 - 9",17$ como aparece en la fig. 6. Como quiera que en la fig. 4 el ángulo $Z O H$ es mayor que 90° y menor que esta cantidad en las figs. 5 y 6, resultará que y_1 será negativo, y positivos y_2 e y_3 . Por lo tanto se tendrá:

$$i' = + 9",17; y_1 = - 1",87; y_2 = + 1",25; y_3 = + 28",12.$$

Substituyendo en las expresiones (4) los valores, y_1, y_2 e y_3 con sus signos, se tendrá:

$$(A). \quad \text{isen. } \alpha_1 = \frac{+ 1",25 - 28",12}{\sqrt{3}} = - 15",516743$$

$$(B). \quad \text{icos. } \alpha_1 = \frac{+ 1",25 + 28",12 + 3",75}{3} = + 11",041666$$

Como quiera que se ha convenido en contar el valor de i positivamente desde el cenit Z hacia el punto H_0 , los valores acabados de hallar para las expresiones (A) y (B), tendrán los mismos signos que respectivamente correspondan a $\text{sen. } \alpha_1$ y a $\text{cos. } \alpha_1$ y por tanto α_1 estará comprendido en el 4.º cuadrante. El valor de la tangente natural de α_1 será:

$$\text{tang. } \alpha_1 = - 1,40529.$$

Hallando ahora en función de la tangente los valores de

$$\text{sen. } \alpha_1 \text{ y } \text{cos. } \alpha_1$$

se tendrá:

$$\text{sen. } \alpha_1 = - 0,8147695$$

$$\text{cos. } \alpha_1 = + 0,5797874.$$

De donde se deduce para valor de i ; $i = 19",04$ como resulta de la división de las dos (A) y (B) igualdades por las dos últimas, miembro a miembro.

Se tendrá:

$$\begin{aligned} - \text{tang. } \alpha_1 &= \text{tang. } (2\pi - \alpha_1) = 1,40529; \\ \log. 1,40529 &= 0,1477659 = \log. 54^\circ 33' 52",06; \end{aligned}$$

de donde

$$2\pi - \alpha_1 = 54^\circ 33' 52",06$$

y por lo tanto:

$$\alpha_1 = 305^\circ 26' 7",94.$$

Esta expresión es la distancia azimutal de la primera observación, correspondiente a y_1 al origen de azimutes; y por lo tanto si se suma con la lectura de la dirección observada, se tendrá la lectura que corresponde al 0 de azimutes; es decir:

$$(305^\circ 26' 7",94) + (25^\circ 51' 33",75) = 331^\circ 17' 41",69$$

que es la lectura correspondiente a H_0 o α_0 . Conocido como anteriormente se dijo, el punto H_0 , se conocerá la variable α para una posición cualquiera del anteojo, por la lectura del ángulo azimutal correspondiente, comparada a $L + \alpha_1$. Supon-

gamos que se quiere determinar dicha variable α para la siguiente dirección observada en la misma vuelta del horizonte a que se refiere el ejemplo propuesto, y sean las lecturas correspondientes a las dos posiciones del teodolito, Directa e Inversa.

$$\left. \begin{aligned} D &= 84^\circ 36' 40",00 \\ I &= 264^\circ 41' 35",00 \end{aligned} \right\} \alpha_0 = 331^\circ 17' 41",69.$$

Debe de tenerse presente que las lecturas del nivel se hacían en cada vuelta, al terminar ésta, y en la posición inversa del anteojo, de modo que ahora habrá que empezar por determinar α para la posición inversa; se tendrá:

$$\begin{aligned} &264^\circ 41' 35",00 \\ &331^\circ 17' 41",69 \\ \hline &293^\circ 23' 53",31 = \alpha = 360^\circ - 66^\circ 36' 6",69 \end{aligned}$$

La fórmula $y = i' - \text{icos. } \alpha$ nos dará en este caso:

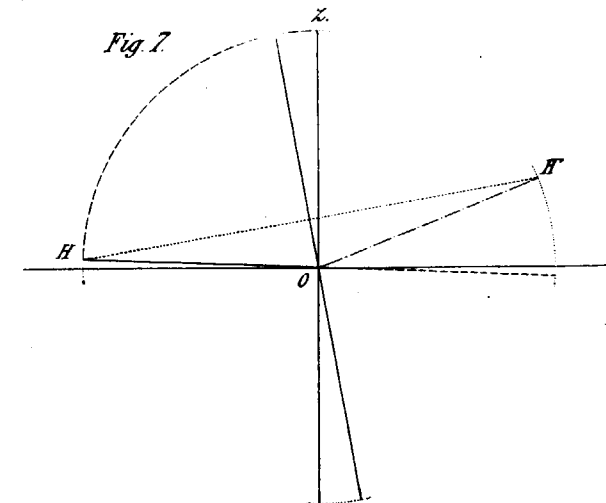
$$y = 9",17 - 19",04 \text{ sen. } 1" \text{ cos. } 66^\circ 36' 6",69$$

$$\log. \text{cos. } 66^\circ 36' 6",69 = \overline{1},5989197$$

$$\log. \text{sen. } 1" \dots\dots\dots = \overline{6},6855749$$

$$\log. 19,04 \dots\dots\dots = \overline{1},2796669$$

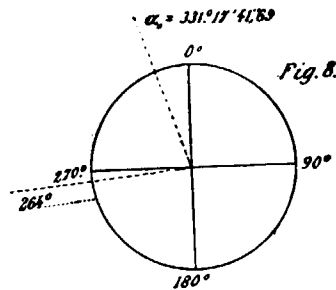
$$\log. \text{sen. } 7",58 \dots\dots\dots = \overline{5},5641615$$



de donde resulta: $y = 9",17 - 7",58 = 1",59$; observando que

el valor de y resulta positivo, el ángulo HOZ de la fig. 7 será menor que 90° ; la perpendicular a OH inclinará por lo tanto a la izquierda del observador, y la rectificación azimutal: $a = y$ cotang. ζ correspondiente al valor hallado para y será aditiva (teniendo en cuenta que cotang. ζ siempre es una cantidad positiva); es decir, resulta que $y = + 1'',59$.

La observación directa $D = 84^\circ 36' 40'',00$ tiene por valor aproximado el que resulta de restar de I 180° . Para determinar ahora el correspondiente valor de y , se ve en primer lugar que el punto α_0 no habrá variado y seguirá situado en la división: $331^\circ 17' 41'',69$; el índice del círculo azimutal quedará por el giro del anteojo sobre este círculo en la división $84^\circ 36' 40'',00$ y se tendrá: $360^\circ - 331^\circ 17' 41'',69 = 28^\circ 42' 18'',31$, y por



tanto, $28^\circ 42' 18'',31 + 84^\circ 36' 40'',00 = 113^\circ 18' 58'',31 = \alpha$; $\pi - \alpha = 66^\circ 41' 1'',69$. Verificando como antes el cálculo logarítmico:

log. cos $66^\circ 41' 1'',69$	=	1,5974814
log. sen. $1''$	=	6,6855749
log. $19,04$	=	1,2796669
log. sen. $7'',55$	=	5,5627232

por lo tanto $y = 9'',17 + 7'',55 = 16'',72$.

Pero si partiendo de la posición $P'OH$ de la figura 7, se hace girar el anteojo 180° sobre el círculo azimutal, y además se da a este anteojo la vuelta sobre el cenital, la nueva posición de los ejes con relación al observador será la indicada en la parte de la derecha de la misma figura, o sea la $P'OH'$, suponiendo siempre que el observador está colocado enfrente del ocular. En esta nueva posición, la perpendicular al eje ho-

rizontal inclinará hacia la derecha; la corrección será, por lo tanto, sustractiva, y se tendrá finalmente: $y = - 16'',72$. Calculando los valores de las rectificaciones para las dos posiciones del teodolito por la fórmula $a = y$ cotang. ζ y llamando d e i las posiciones directa e inversa, respectivamente:

$$\begin{aligned} d..... a &= + 1'',57 \\ i..... a &= - 15'',63 \end{aligned}$$

En los cálculos referentes al ejemplo que antecede, se ha supuesto positivo el valor de i' . Se llega a idénticos resultados conviniendo en tomar como negativo el valor de esta cantidad; esto equivale a tomar el origen de azimutes a 180° del anterior. Según queda consignado al comienzo de esta nota, se conviene en tomar como origen de azimutes aquella posición del teodolito, en la que el eje vertical y el horizontal quedan contenidos en un mismo plano vertical. Puede haber, de consiguiente, dos posiciones del goniómetro para origen de azimutes, una de las cuales corresponde a la máxima inclinación del círculo vertical. En el supuesto de considerar la última como inicial, y haciendo, por tanto, $\alpha = 0$ en la fórmula ya establecida $y = i' - i \cos \alpha$; ésta se convertirá en $y = i' - i$. Mas como entonces la inclinación es máxima, las cantidades i' e i deberán sumarse numéricamente; y para que esto suceda habrá de considerarse negativo el valor de i' . Los números consignados en los estados referentes a *rectificación de azimutes por inclinaciones de los ejes*, se han calculado todos en el supuesto de tomarse como origen de azimutes el que corresponde a la posición del teodolito, de máxima inclinación del círculo vertical, o sea en la hipótesis de ser i' una cantidad negativa. Como quiera que en el ejemplo que antecede, se ha supuesto positivo el valor de i' , resulta que los valores aquí hallados para α_1 , α_0 y α se diferenciarán, respectivamente, en 180° de los que se han escrito en los estados a que acabamos de referirnos, correspondientes a la observación 1.ª; pero los resultados finales, es decir, las rectificaciones de las lecturas azimutales que en tal supuesto se deducen, son en cantidad y en sentido idénticos a los ya hallados.

9.^a observación.

La dirección observada al faro de Mouro fué en este caso:

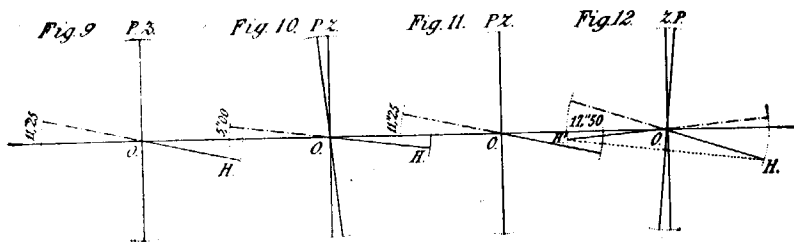
$$86^{\circ} 47' 52'' 50$$

NIVEL DEL EJE HORIZONTAL

Dirección	Posición	Lecturas en	
		Partes de nivel	Segundos
α_1	Directa.....	6,50 — 25,50.....	160'',00
	Inversa.....	7,50 — 26,50.....	170'',00
$\alpha_1 + 120^{\circ}$..	Directa.....	6,00 — 25,00.....	155'',00
	Inversa.....	8,25 — 27,25.....	177'',50
$\alpha_1 - 120^{\circ}$..	Directa.....	5,50 — 24,50.....	150'',00
	Inversa.....	9,00 — 28,00.....	185'',00

Los valores numéricos que se deducen de este cuadro para y_1, y_2 e y_3 son: $y_1 = -5'',00; y_2 = -11'',25; y_3 = -17'',50$. Designando (+) los desplazamientos hacia la derecha del índice del nivel y viceversa, como se hizo en el caso anterior, las tres cantidades y_1, y_2 e y_3 vendrán todas afectadas del mismo signo, por ser la desviación del eje horizontal de su posición normal mayor que la del vertical, y se tendrá:

$$i' = \frac{-5'',00 - 11'',25 - 17'',50}{3} = -11'',25$$



Suponiendo primeramente, como en el caso anterior, que el eje vertical no tiene inclinación ninguna, se obtendrá la figura 9 y las 10, 11 y 12 para las tres posiciones del nivel y_1, y_2 e y_3 . En el presente caso, habrá que suponer prolongado el eje horizontal hacia la derecha, lo cual equivale a suponer desde luego que i' tiene un valor negativo; es decir que conservare-

mos definitivamente los signos de las cantidades y_1, y_2 e y_3 arriba consignados.

Sustituyendo (4) los valores hallados y_1, y_2 e y_3 :

$$\text{isen. } \alpha_1 = \frac{-11'',25 + 17'',50}{\sqrt{3}} = +3'',6085450$$

$$\text{icos. } \alpha_1 = \frac{-11'',25 - 17'',50 + 10'',00}{3} = -6'',250$$

De aquí se deducen los siguientes valores:

$$\text{sen. } \alpha_1 = +0,5000112$$

$$\text{cos. } \alpha_1 = -0,866019$$

$$\text{tang. } \alpha_1 = -0,577367$$

$$\text{tang. } (\pi - \alpha_1) = 0,577367$$

$$\text{log. } 0,577367 = \text{log. tang. } 30^{\circ} 0' 2'',57$$

$$\alpha_1 = 149^{\circ} 59' 57'',43$$

Sumando ahora el de α_1 con el de la dirección observada:

$$\alpha_0 = (149^{\circ} 59' 57'',43) + (86^{\circ} 47' 52'',50) = 236^{\circ} 47' 49'',93.$$

Sea ahora determinar el valor de α para la posición del anteojo correspondiente a:

$$D = 144^{\circ} 8' 30'',00; I = 323^{\circ} 57' 27'',50.$$

Empezando por hallar el valor de α para I se tendrá:

$$\alpha = (323^{\circ} 57' 27'',50) - (236^{\circ} 47' 49'',93) = 87^{\circ} 9' 37'',57;$$

$$\text{log. cos. } 87^{\circ} 9' 37'',57 = \bar{2},6949511 = \text{log. } 0,0495394;$$

y por lo tanto:

$$y = -11'',25 - 7'',22 \cdot 0,049 = -11'',25 - 0'',35 = -11'',60$$

Para esta posición del anteojo, el eje horizontal quedará de un modo análogo al de la fig. 12 (OH) y la rectificación será aditiva.

De igual modo se tendrá para la posición D

$$324^{\circ} 8' 30'',00 + 180^{\circ} = 504^{\circ} 8' 30'',00;$$

$$504^{\circ} 8' 30'',00 - \alpha_0 = 267^{\circ} 20' 40'',07 = \pi + 87^{\circ} 20' 40'',07.$$

De aquí se deduce para y:

$$y = -11'',25 + 7'',22 \cos, 87^{\circ} 20' 40'',07 \\ = -11'',25 + 7'',22 \cdot 0,046; \text{ o } y = -10'',92.$$

$$-y = -i' + \text{icos. } \alpha; \text{ o } y = i' - \text{icos. } \alpha. (*)$$

De lo expuesto se infiere que si en la dirección que se observa se hacen: 1.º una nivelación completa del eje horizontal con el nivel correspondiente; 2.º en la misma dirección una nivelación completa del eje vertical, con el nivel paralelo al círculo vertical; 3.º en una dirección distante de la primera 90º en azimut, otra nivelación completa con el nivel del círculo vertical también, se tendrá por la primera el valor de

$$y = i' - \text{icos. } \alpha$$

y por las otras dos los valores de las $\text{isen. } \alpha$ y de $\text{icos. } \alpha$; pudiéndose deducir de estas ecuaciones los de α , i e i' .

Parece que de seguirse este procedimiento se hayan de simplificar los correspondientes cálculos, porque el valor de i' se obtiene directamente sumando y e $\text{icos. } \alpha$; además, no habrá necesidad, como en el método anterior, de formar las expresiones: $\text{isen. } \alpha$ e $\text{icos. } \alpha$, puesto que resultan directamente de la observación y son datos de la carpeta.

También parece que pueda demostrarse directamente la exactitud de la fórmula $y = \text{icos. } \alpha$; porque el plano A de la fig. 17 (que supondremos muy poco inclinado sobre el B), dará por su intersección con éste una traza ae que, según se demuestra en Geometría, será perpendicular a la línea de máxima pendiente OC , y por lo tanto el círculo O (que supondremos trazado con radio igual a la unidad), será tangente en C a la línea ae ; las líneas Oa , Od , Oe , etc., serán por tanto las secantes de los arcos Cm , Cmm' , Cmm' , etc., que tienen su origen en el punto C . Bajando la perpendicular OO' al plano B , y uniendo los puntos a b C con el pie O' de esta perpendicular, los triángulos OaO' , ObO' , etc., serán rectángulos en O' . Considerando el que tiene por hipotenusa, la línea de máxima pendiente, y llamando i a la inclinación o ángulo OCO' que la misma forma con el plano B , se tendrá $\text{sen. } OCO' = OO'$; y cambiando el seno por el arco, por tratarse de ángulos muy pequeños, será $i = OO'$; en

(*) En el tercer caso y tendrá valor negativo e i' positivo, y se tiene, $y = i' - \text{icos. } \alpha$.

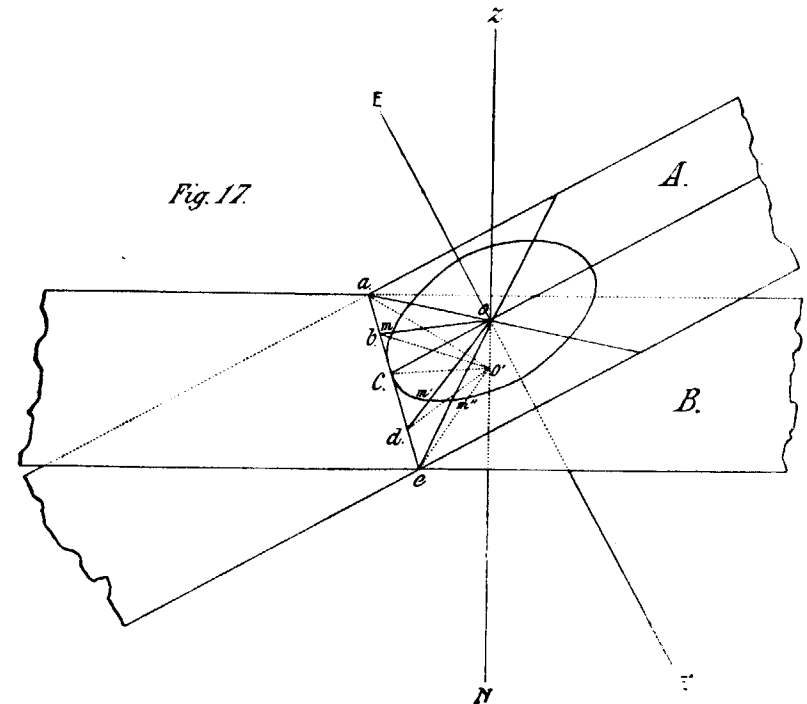
cualquiera de los otros triángulos, se podrá con mayor razón cambiar el seno por el arco que mide el ángulo opuesto a OO' y se tendrá $\text{sen. } ObO' = \frac{i}{\text{sec. } bOC}$. Llamando I_1 al ángulo ObO' de inclinación correspondiente, de la línea Ob sobre el plano B , y α_1 al ángulo bOC , se tendrá $I_1 = \text{icos. } \alpha_1$. De la misma manera resultaría para las demás líneas, Od , Oe ,...

$$I_2 = \text{icos. } \alpha_2; I_3 = \text{icos. } \alpha_3,$$

y en general:

$$I = \text{icos. } \alpha.$$

Los ángulos mencionados se ve que tienen sus lados perpendiculares al eje principal del teodolito (eje que es perpendicular en O al plano A) y a la vertical que pasa por el mismo punto; luego medirán las inclinaciones de las proyecciones del eje vertical y la vertical, sobre los planos verticales correspondientes que pasan por Oa , Ob , etc. En efecto, la proyección del



eje vertical del teodolito sobre un plano vertical cualquiera tal como el ObO' (fig. 17) que pase por el eje horizontal en su posición Ob , estará contenida en un plano P que pasando por E E' sea perpendicular al ObO' ; pero dicho plano P es evidentemente perpendicular al plano A , luego lo será a su intersección Ob , y por lo tanto Ob será perpendicular a cualquier recta trazada en el plano P que pase por el punto O ; luego Ob será perpendicular a la proyección de EE' sobre el plano ObO' , y como la línea bo' es perpendicular a ZN , resultará que el ángulo ObO' por una parte, y el que forma la proyección dicha de EE' con la vertical por otra, tienen sus lados perpendiculares y por tanto serán iguales por ser además los dos agudos.

La fórmula antedicha: $y = i \cos \alpha$, nos dice que dos direcciones del círculo tendrán una misma inclinación cuando correspondan a dos radios simétricamente dispuestos con relación a la línea de máxima pendiente; y apoyándose en esta consideración podrá seguirse un método abreviado de resolver el problema de que nos venimos ocupando.

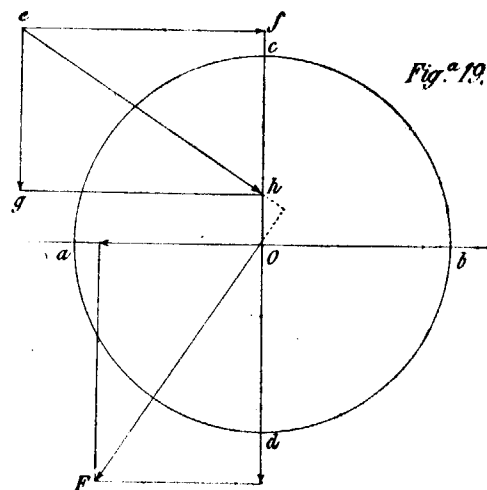
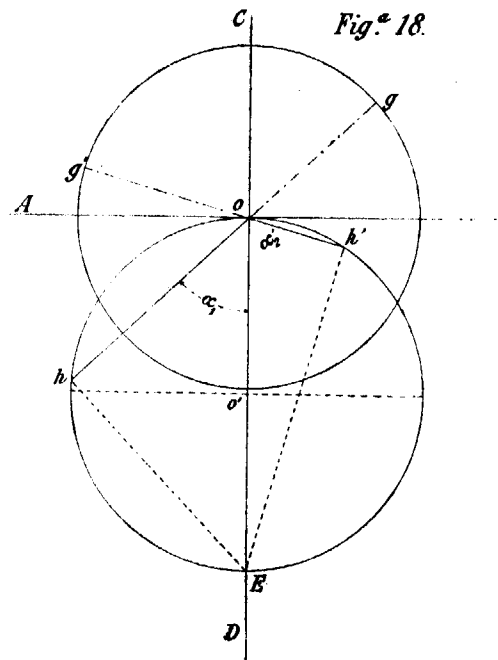
Si en una dirección cualquiera se hace una nivelación (con el nivel paralelo al círculo cenital en este caso), anotando la división correspondiente del círculo azimutal, y una vez practicada, se determina por tanteos otra dirección para la cual dé el nivel iguales indicaciones que en la anterior, y se anota también la división que en el círculo azimutal señala el índice, resultará que el arco comprendido entre estas dos direcciones corresponderá a un ángulo en el centro, cuya bisectriz cortará a la graduación del círculo en la división según la cual pasa la línea de máxima pendiente. Si las mencionadas nivelaciones hubiesen sido completas, se conocerían desde luego: directamente, por las lecturas del nivel, el valor de la función: $y = i \cos \alpha$; por las lecturas de la graduación, se vendría en conocimiento del valor de α , y por tanto, de $\cos \alpha$; substituyendo, pues, estos valores en la anterior igualdad se deduciría finalmente el valor de la incógnita i . Si ahora (fig. 16), sobre el sistema de las perpendiculares AB y CD , se coloca un transportador, de manera que su centro caiga en el punto de cruce de esas líneas y que la CD , por ejemplo, pase por la división correspondiente en el círculo azimutal a la línea de máxi-

ma pendiente; si además, a partir de O se lleva sobre la línea CD una magnitud OE , que en escala determinada nos represente en segundos la inclinación i de la repetida línea de máxima pendiente; y, por último, si sobre OE como diámetro, se traza la circunferencia cuyo centro es O' , se tendrán los elementos necesarios para hallar inmediatamente los valores de la función $y = i \cos \alpha$, correlativos con los de g g' , etc., de la graduación del círculo, pues bastará medir las magnitudes Oh , Oh' , etc., las cuales serán en cada caso iguales a $i \cos \alpha$, toda vez que los triángulos OhE $Oh'E$ son rectángulos en h h' etcétera, y en ellos se verifica la establecida fórmula.

El método, tal cual se acaba de exponer, acaso no sea utilizable en la práctica, por la dificultad que necesariamente ha de ofrecer el fijar, mediante tanteos, dos direcciones del círculo cuya inclinación sea exactamente la misma. Pero observando que en el triángulo OhE de la figura 18 se verifica $Oh = Y \cos A$; y también $hE = Y \sin A$, pudiera ser ventajosa su aplicación, cuando haya de determinarse la inclinación, no en la forma indicada, sino por el conocido procedimiento, ya mencionado, de verificar dos nivelaciones en ángulo recto; puesto que conocidos así los valores de las rectas $Y \sin A$ e $Y \cos A$, es decir, de Oh y de hE , se determinará inmediatamente la magnitud OE , que en escala determinada representa la máxima pendiente del círculo; siguiéndose el procedimiento gráfico, como se ha indicado, al determinar la inclinación correspondiente a otra dirección cualquiera.

Conviene precisar ahora la dirección y el sentido en que deba de trazarse OE . Al efecto, observaremos (fig. 19), que el sistema formado por el plano del círculo, puede suponerse que ha pasado de la posición horizontal a la inclinada, según la dirección OE mediante dos rotaciones sucesivas, verificadas: la primera alrededor del eje ec , paralelo a ab , y la segunda en torno del eg paralelo a cd , el cual remplazaremos por el eg en la posición que afecte una vez cumplida la primera rotación; porque estos dos ejes pueden substituirse el uno por el otro cuando se trate de rotaciones que hayan de considerarse como infinitamente pequeñas.

Eligiendo los ejes de manera que éstas se verifiquen en el sentido directo las dos, se tomarán sobre rectas paralelas a ab



y cd y perpendiculares a los respectivos planos de giro, a partir de su punto de intersección e , dos magnitudes ef y eg , proporcionales a las de las rotaciones, magnitudes medidas por los desplazamientos del índice del nivel, y, por tanto, respectivamente iguales a las inclinaciones od y oa .

Construyendo sobre ef y eg el rectángulo $fegh$, su diagonal eh medirá en magnitud, dirección y sentido la rotación resultante; ésta se verificará en un plano OE perpendicular a eh , y como los dos rectángulos $fegh$ y $aoEd$, son idénticos, y los lados ef y eg del uno son perpendiculares a los lados od y oa del otro, sus diagonales también lo serán, y por tanto, OE diagonal del paralelogramo construido con las magnitudes od y oa , en el sentido indicado por las flechas, fijará la magnitud, la dirección y el sentido de la rotación o inclinación resultante, o sea la de la línea de máxima pendiente del repetido círculo. Se trazará después, sobre OE como diámetro, una circunferencia, la cual necesariamente pasará por a y d , y se hallarán para otras direcciones los valores de $Y \cos. A$, como se ha dicho.

Supongamos que se hayan obtenido los siguientes resultados al medir con un nivel en el que cada parte equivalga a un arco de $10''$, la inclinación según las dos siguientes direcciones en ángulo recto:

Direcciones	Partes del nivel	
	Inversa	Directa
$95^\circ 35'$	8 — 19	5 — 16
$185^\circ 35'$	12 — 23	7 — 18

Se conviene en afectar con el signo (+) las lecturas correspondientes a la posición directa y con el (—) a las de la posición inversa.

Para determinar analíticamente la división que en el círculo (cuya graduación suponemos va en el sentido directo) corresponde al cero de azimutes, y la inclinación absoluta del eje vertical, será necesario efectuar las siguientes operaciones:

$$+ \frac{5 + 16}{2} = 10,5 \quad + \frac{7 + 18}{2} = 12,5$$

NOTA (F)

Sobre el método seguido para calcular el azimut

En el estado núm. 6 se han escrito los resultados de las operaciones hechas para la determinación de los azimutes de la Polar, correspondientes a las nueve observaciones practicadas en los días 16 y 17 de Agosto de 1911. El método que se ha seguido para el cálculo de esos azimutes es el que se consigna y desarrolla por medio de Tablas en las Efemérides (*Connaissance des Temps*). A continuación detallamos las operaciones hechas para llegar a los resultados del referido estado, por lo que hace a la primera de las observaciones de la Polar en las dos posiciones del círculo, Directa e Inversa.

2.ª columna del estado núm. 6. (Angulo horario.)

Las efemérides dichas dan para la longitud de Santander, tomada con relación al meridiano de París, en un punto del antiguo muelle de Calderón (que en ellas no se determina), $0^h 24^m 36^s,00$. La estación de Cabo Menor está situada próximamente a 3.000 metros al Este del centro de dicho muelle, según el plano, lo que corresponde a una diferencia de longitud entre estos dos puntos de $6^s,47$; resulta, por lo tanto, que la longitud de la estación de Cabo Menor, con relación al meridiano de París, será:

$$0^h 24^m 36^s,00 - 6^s,47 = 0^h 24^m 29^s,53$$

Las horas correspondientes a la observación núm. 1 en las dos posiciones del teodolito, Directa e Inversa, fueron respectivamente, según el estado núm. 2: $8^h 21^m 30^s,00$ y $9^h 3^m 60^s,00$; corregidas del estado cronométrico:

$$- 17^m 23^s,81$$

respectivamente se reducen a D... $8^h 4^m 6^s,19$; 1... $8^h 46^m 36^s,19$ y se tendrá:

Directa

Tiempo medio de la observación en Cabo Menor.....	$8^h 4^m 6^s,19$
Longitud Oeste de Cabo Menor..	$0^h 24^m 29^s,53$
Tiempo medio de París correspondiente.....	$8^h 28^m 35^s,72 = 8^h,476$

Inversa.

Tiempo medio de la observación en Cabo Menor.....	$8^h 46^m 36^s,19$
Longitud Oeste de Cabo Menor..	$0^h 24^m 29^s,53$
Tiempo medio de París correspondiente.....	$9^h 11^m 5^s,72 = 9^h,185$

Como las antedichas tablas tienen por argumento el tiempo verdadero, habrá que calcular previamente éste y se tendrá:

Directa (Agosto 16).

Tiempo medio de la observación en Cabo Menor.....	$8^h 4^m 6^s,19$
Tiempo verdadero a Mediodía medio en París.....	$23^h 55^m 39^s,94$
Corrección $\frac{11^s,96}{24} 8^h,476$	$+ 4^s,22$
Tiempo verdadero de la observación en Cabo Menor.....	$7^h 59^m 50^s,35$

Inversa (Agosto 16).

Tiempo medio de la observación en Cabo Menor.....	$8^h 46^m 36^s,19$
Tiempo verdadero a Mediodía medio en París.....	$23^h 55^m 39^s,94$
Corrección $\frac{11^s,96}{24} 9^h,185$	$+ 4^s,57$
Tiempo verdadero de la observación en Cabo menor.....	$8^h 42^m 20^s,70$

Las correcciones $+ 4^s,22$ y $+ 4^s,57$ que figuran en estos cálculos, se han deducido de los valores de las ecuaciones del

tiempo verdadero a Mediodía medio en París, en los días 16 y 17 de Agosto de 1911. Se tendrá:

Tiempo verdadero a Mediodía medio en París. Agosto.....	{	(16) 23 ^h 55 ^m 39 ^s ,94
		(17) 23 ^h 55 ^m 51 ^s ,90
Diferencia.....		11 ^s ,96

Se establecerá la proporción: 24^h : 11^s,96 :: 1^h : x = 0^s,498; de donde se deduce:

$$0^s,498 \cdot 8^h,476 = 4^s,22 \text{ y } 0^s,498 \cdot 9^h,185 = 4^s,57$$

que son, respectivamente, los valores de las correcciones correspondientes a las posiciones directa e inversa de la observación.

Conocido el tiempo verdadero local de cada una de éstas, se hallarán inmediatamente con el auxilio de la Tabla núm. 1 los valores de los ángulos horarios del modo siguiente:

Directa.

Tiempo verdadero de la observación en Cabo Menor.....	7 ^h 59 ^m 50 ^s ,35
(Tabla I.)—Agosto 16 a 0 ^h	8 ^h 11 ^m 38 ^s ,00
Suma = S.....	16 ^h 11 ^m 28 ^s ,35

Inversa.

Tiempo verdadero de la observación en Cabo Menor.....	8 ^h 42 ^m 20 ^s ,70
(Tabla I.)—Agosto 16 a 0 ^h	8 ^h 11 ^m 38 ^s ,00
Suma = S.....	16 ^h 53 ^m 58 ^s ,70

Si se quiere obtener un mayor grado de exactitud en la determinación de S, habrá que hacer uso de las Tablas I y II; esta última tiene por argumento el tiempo verdadero de París, que habrá que calcular como sigue:

Directa.

Tiempo verdadero de la observación en Cabo Menor.....	7 ^h 59 ^m 50 ^s ,35
Longitud Oeste de Cabo Menor	0 ^h 24 ^m 29 ^s ,53
Tiempo verdadero de París (Agosto 16).....	8 ^h 24 ^m 19 ^s ,88 = 8 ^h ,405

Inversa.

Tiempo verdadero de la observación en Cabo Menor.....	8 ^h 42 ^m 20 ^s ,70
Longitud Oeste de Cabo Menor..	0 ^h 24 ^m 29 ^s ,53
Tiempo verdadero de París (Agosto 16).....	9 ^h 6 ^m 50 ^s ,23 = 9 ^h ,114

Se calculará ahora el término de la Tabla II.

Directa.

Julio (30) a 8 ^h	1 ^m 18 ^s	Julio (30) a 9 ^h ...	1 ^m 27 ^s
Agosto (29) a 8 ^h ..	1 ^m 13 ^s	Agosto (29) a 9 ^h ..	1 ^m 22 ^s
	5 ^s		5 ^s
	$\frac{30^d}{5^s} = \frac{17^d}{x} \cdot x = 2^s,83$		
			1 ^m 18 ^s
			— 2 ^s ,83
		Agosto (16) a 8 ^h	1 ^m 15 ^s ,17
			3 ^s ,645
			<u>1^m 18^s,815 = b</u>
			1 ^m 27 ^s
			— 2 ^s ,83
		Agosto (16) a 9 ^h	1 ^m 24 ^s ,17
			1 ^m 15 ^s ,17
			9 ^s ,00

$$\frac{1^h}{9^s} = \frac{0^h,405}{x} \cdot x = 3^s,645$$

Inversa.

Julio (30) a 9 ^h	1 ^m 27 ^s	Julio (30) a 10 ^h ...	1 ^m 37 ^s
Agosto (29) a 9 ^h ..	1 ^m 22 ^s	Agosto (29) a 10 ^h ..	1 ^m 31 ^s
	5 ^s		6 ^s
	$\frac{30^d}{6^s} = \frac{17^d}{x} \cdot x = 3^s,40$		

$$1^\circ : 1,50 : : 0^\circ,492 : x = 0',738$$

Los dos azimutes calculados son los que aparecen escritos en la 3.^a columna del estado núm. 6 (1.^a observación), y aparecen con signo (—) porque se conviene en tomar como negativos los azimutes comprendidos entre 12^h y 24^h.

Observaciones sobre las cifras consignadas en las demás columnas del estado núm. 6 y que se refieren a las observaciones de la Polar.

Núm. 4. Diferencias de azimutes correspondientes a las dos posiciones Directa e Inversa, expresadas en grados, minutos y segundos.—Núm. 5. Son los promedios de las lecturas hechas en los cuatro Nonius del círculo azimutal; no están corregidas del error azimutal debido a la inclinación del círculo cenital; estas rectificaciones aparecen en la columna núm. 6 y son las mismas consignadas ya en el estado núm. 5.—En la núm. 7 se han escrito las direcciones de la núm. 5 una vez hecha la rectificación antedicha.—En la núm. 8 se han consignado las diferencias de las direcciones a la Polar (Directa e Inversa), ya rectificadas de la inclinación del círculo vertical; esto es, de las direcciones de la columna núm. 7. El haber hallado estas diferencias responde al objeto de compararlas con las diferencias teóricas de los *azimutes de la Polar* de la columna núm. 3; pues las diferencias entre estas diferencias y las anteriores, tendrán que dar por resultado el doble de la colimación de que estén afectadas las repetidas direcciones. Las direcciones al Faro de Mouro que aparecen en la columna núm. 9 para las dos posiciones del teodolito, se han formado con los promedios de las lecturas de los Nonius del círculo azimutal. Núm. 10. Los números consignados en esta columna se han formado con los promedios de los de la anterior núm. 9, correspondientes a las posiciones del círculo vertical, directa e inversa.—Núm. 11. Se han obtenido los resultados que aparecen aquí consignados, con arreglo al convenio establecido para la determinación de la meridiana, en las explicaciones de las Efemérides. Según lo que en éstas se expone, la dirección de esa línea se fijará con arreglo a la fórmula: $L_0 = L \pm A$, en la cual L_0 es la lectura

que corresponde al Meridiano o sea al cero de azimutes; L la lectura del círculo correspondiente a la observación de la Polar, y A el azimut de ésta, que hayan dado las Tablas de las Efemérides. En la fórmula dicha deberá de tomarse el signo + si las lecturas *decrecen* en el sentido de los azimutes *positivos*, y al contrario; habida cuenta de que han de considerarse como *Occidentales* o *positivos* los azimutes de la Polar que correspondan a ángulos horarios comprendidos entre 0^h y 12^h; y como *Orientales* o *negativos* los que van desde 12^h a 24^h. Los ángulos horarios de la primera observación, por estar comprendidos entre 12^h y 24^h irán afectados de signo negativo; por otra parte, el círculo azimutal estaba graduado del Norte a la derecha; decreciendo, por tanto, las lecturas en el sentido de los azimutes positivos de la Polar; así, pues, por lo que hace a la primera observación, en la posición Directa, habrá de establecerse la fórmula del modo siguiente:

$$L_0 = L + (-A) = L - A$$

o substituyendo números:

$$L_0 = 84^\circ 36' 24'',37 + (-1^\circ 25'22'') = 83^\circ 11' 11'',17$$

Restando cada una de las cantidades de la columna núm. 11 correspondientes a las posiciones Directa e Inversa de cada una de las observaciones de los promedios de las direcciones al Faro de Mouro correspondientes a cada observación, y que figuran en la núm. 9, se deducirán los azimutes referentes a las direcciones Cabo Menor-Mouro, de la columna núm. 12. Figuran en la columna núm. 13 los errores residuales entre las diferencias de los azimutes teóricos de la Polar referentes a una observación completa, en las dos posiciones del círculo vertical (obtenidas por el cálculo), y las diferencias de las lecturas (D—I) de la columna núm. 8, correspondientes a dichos azimutes, una vez corregidas esas lecturas del error de azimut debido a la inclinación del círculo vertical. La mitad de cada uno de esos errores residuales está unido con el valor de la colimación en cada caso por la fórmula: $a = \frac{C}{\text{sen. } \zeta}$ en la cual: a es el error observado; C el valor de la colimación y ζ el valor de la distancia cenital en cada observación. Debe hacerse notar que este error de colimación se elimina en las medidas de di-

recciones azimutales, verificando éstas en las dos posiciones tantas veces mencionadas; en cambio no hay medio de hacer desaparecer ese error en lo que afecta a las medidas de las distancias cenitales por el cruce de las observaciones, y sólo puede corregirse por medio del cálculo. Los valores de la fracción:

$\frac{C}{\text{sen. } \zeta}$ que por las imperfecciones del teodolito empleado, di-

fieren mucho los unos de los otros, se consignan en la última de las columnas del estado núm. 6. Por el examen de éste, así como por el de la carpeta de observaciones de la Polar que figura unida a la Memoria, resulta que en la observación azimutal núm. 5 (Inversa), se ha cometido un error material de lectura, por lo cual sólo se ha utilizado para la formación del promedio de azimutes el referente a la posición directa de dicha observación. También nos hemos creído autorizados para excluir de dicho promedio los resultados de la observación número 7 (Directa), por discrepar también bastante de las cifras correspondientes a las demás observaciones, ya sea por error de lectura, arrastres del círculo, o acaso también por algún error que se haya podido cometer al practicar los cálculos y que no se ha podido subsanar, a pesar de haberse revisado detenidamente éstos.

LOS TRABAJOS (1)

MINEROS ROMANOS DE ARDITURRI

(OYARZUN)

En la otoñada del año 1897 recorrí, acompañado del señor Marqués de Seoane y de D. Pedro M. de Soraluze, conservador del Museo municipal de San Sebastián, una buena parte de las imponentes excavaciones antiguas de Arditurri.

A ruego del Sr. Marqués, redacté la nota siguiente, en la cual condensé mis impresiones y apreciaciones acerca de tan notables labores subterráneas.

Las concesiones mineras de la Real Compañía Asturiana de Minas se encuentran en el paraje llamado Arditurri, a hora y media de camino, a pie, de la villa de Oyarzun, siguiendo aguas arriba la margen del río que lleva el mismo nombre de Oyarzun.

A unos 400 metros del centro de Arditurri y caminando siempre valle arriba, se llega al arranque o base del imponente macizo granítico que constituye la Peña de Aya o de las Tres Coronas.

El terreno ocupado por las concesiones pertenece a la formación paleozoica, no habiendo podido todavía determinar los geólogos con exactitud a cual de las subdivisiones de dicha formación corresponde.

(1) Trabajo publicado en la *Revista Internacional de los Estudios Vascos*.

Entre pizarras silíceo-arcillosas más o menos metamorfizadas se presentan varios criaderos de minerales de hierro, con blenda y galena, que fueron objeto de explotaciones considerables en tiempos antiguos.

Dos de estos yacimientos, quizá los más importantes de la localidad, pasan próximos a la antigua caseta-fragua de la Real Compañía Asturiana. Próxima también a la referida caseta se encuentra la boca de entrada de extensas labores antiguas practicadas en uno de los mencionados yacimientos, de las cuales una buena parte fué objeto de nuestra visita y examen.

Los filones se dirigen de N.-N.-E. a S.-S.-O. con fuerte tendido al S.-S.-E. Su potencia varía entre tres y 13 o más metros.

Los trabajos mineros en cuestión se llevaron sin método ni plan fijo. Constituyen lo que en minería se llaman labores irregulares, por medio de las cuales se arranca el mineral allá donde se presenta y se le transporta por donde buenamente se puede hasta al exterior.

No se puede confundir ese procedimiento de labores con los procedimientos modernos, los cuales permiten, gracias a un orden y sistema adecuados, la explotación más completa, rápida y económica de los criaderos.

Asombra ver el número y dimensiones de las excavaciones antiguas. Grandes huecos que merced a la consistencia del terreno se conservan en buen estado, galerías y pozos en todos sentidos, vueltas y revueltas mil, dan desde luego la idea de la importancia de los trabajos de preparación y disfrute que allí se hicieron. Muchos de los huecos miden 25 metros de largo por 10 de ancho y otro tanto o más de alto. Comunican estos huecos entre sí por medio de galerías y de pozos inclinados provistos de peldaños tallados en la misma roca o formados con piedras sueltas perfectamente colocadas al efecto.

En estos trabajos distingue el minero de oficio en seguidos clases de labores. Los huecos grandes o chicos, de forma irregular, fueron originados por labores de disfrute, es decir, por labores en las cuales se arrancó el mineral que estaba a la vista.

Las demás labores servían para investigar los filones, extraer el mineral arrancado, ventilar los trabajos, desaguar la mina, etc., etc. Consisten estas otras excavaciones mineras en

galerías de pequeña sección y en pozos inclinados de forma frecuentemente elíptica, que a veces se reducen a simples aberturas de menos de un metro de diámetro, las cuales servirían sin duda para arrojar por ellas escombros o mineral de un nivel a otro inferior, o acaso como chimeneas de ventilación y salida de humos.

La finura, digámoslo así, del trabajo de perforación de las galerías, cuyas paredes y techos no presentan el menor saliente ni la menor irregularidad, el esmero con que están abiertos muchos de los pozos y la superficie lisa y unida de los huecos irregulares, son pruebas indudables de que en estos trabajos no se emplearon explosivos de ningún género.

Usando explosivos no es posible perforar galerías que no presentan en su techo y paredes trozos de roca más o menos prominentes, ni tampoco es dable dejar las superficies de los huecos grandes y chicos tan lisas y unidas como están las de Arditurri.

Se entiende bien que hablamos de labores hechas en rocas de consistencia y dureza tales, que no necesitan fortificación de ningún género para sostenerse, como es el caso que nos ocupa.

Por otra parte, el minero jamás emplea su tiempo y paciencia en arreglar artísticamente sus galerías, quitando los resaltos o salientes que la voladura de los barrenos cargados con pólvora o dinamita ocasiona siempre, porque le resultaría cara y absolutamente inútil esa tarea. Se contenta con derribar lo que amenaza caer y punto concluido.

Es cierto que en determinados parajes, las aguas, corriendo a lo largo de las paredes de las excavaciones, han contribuido a alisarlas; pero después de examinar los sitios secos no queda duda de que no se usaron explosivos en la perforación de las labores mencionadas, las cuales se abrieron por medio de los tres procedimientos usados antes de la invención de la pólvora. Las rocas y minerales duros se resquebrajaban y desagregaban por medio del fuego, troceando después los bloques con mazos, cuñas o palancas, haciendo previamente a punterola los descalces y hendiduras necesarias. Las rocas blandas o no demasiado duras se atacaban por medio del martillo y punterola, herramientas clásicas que constituyen en todo el mundo las armas o emblema de la minería.

El trabajo de martillo y punterola serviría también indudablemente para terminar o completar la labor de arranque, separando de la roca o ganga el mineral útil que quedase adherido a ellas. El modo de obrar de estas herramientas, que viene a ser una especie de trabajo a cincel, explica perfectamente la finura y acabado de las paredes de las galerías y demás labores.

La forma elíptica de algunos pozos, la circunstancia de ser éstos siempre inclinados (*trancadas*), el procedimiento de arranque, la irregularidad y al mismo tiempo grandeza de los trabajos, todo concuerda para formar el convencimiento de que se trata de trabajos romanos, porque las labores mineras de esa época en España presentan siempre el mismo aspecto indicado y las mismas particularidades.

Además de las dos clases de excavaciones mencionadas, es decir las de disfrute y las auxiliares, hay otras pequeñas muy importantes. Son a modo de alacenas, donde sin género de duda depositaban herramientas, comidas, vasijas con agua etc. Su forma regular semi-cilíndrica y su situación permiten afirmar a toda persona práctica en minería que esos huecos no proceden del arranque del mineral. Algunos están tan bien tallados en la roca y su techo semi-esférico es tan perfecto, que asoma sin querer la idea de que pudieron haberse colocado en ellos objetos de veneración o cosa parecida.

En determinados sitios se ven todavía los retallos practicados en la roca, en los que se ponían los candiles para el alumbrado de aquellos subterráneos. Cuando menos, esa es la interpretación más natural de la razón de ser de semejantes retallos.

El piso actual de las labores no es el primitivo, porque sobre el suelo firme hay escombros en mayor o menor cantidad. Creemos que los escombros inferiores procederán en muchos puntos de las labores romanas, no siendo de presumir en efecto que aquellas gentes trataran de sacar lo estéril a la superficie cuando tanto sitio tuvieron dentro de la mina donde depositarlo en cuanto el avance de las labores de disfrute fué dejando huecos adecuados tras de sí. Tampoco se ven, por otra parte, indicios de grandes escombreras en el exterior, de las cuales, dada la dureza de las rocas de aquel terreno, hubieran queda-

do al menos vestigios o restos si hubieran existido en otro tiempo. Otros escombros de los que parcialmente rellenan las excavaciones proceden de las investigaciones modernas que se han hecho con objeto de ver si los romanos dejaron en sus labores minerales útiles. Por último, los inevitables, aunque escasos desprendimientos de rocas en las excavaciones han contribuido al relleno de que hablamos.

Para encontrar monedas, candiles, herramientas y otros objetos, habría que remover los escombros recientes y llegar a los inferiores, operación que no sería muy costosa en los parrajes donde hay poco espesor de relleno.

En el estado en que se hallan ahora las excavaciones y sin remover el suelo, no es posible encontrar objetos de los mencionados que permitan asegurar categóricamente que los romanos fueron quienes llevaron a cabo los grandes trabajos de que nos estamos ocupando; pero es posible e indudable que no hará todavía tantos años que en las minas de Arditurri se encontraron candiles, herramientas y algunas monedas de la época romana.

¿Qué fué lo que extrajeron los romanos de aquellas minas?

Tres clases de minerales se presentan en Oyarzun que pudieron ser objeto del laboreo; a saber, minerales de hierro, de cinc y de plomo argentífero.

El mineral de hierro de los criaderos de Arditurri, salvo el de los afloramientos de algunos filones, no consiste en óxidos, sino en carbonatos. Ahora bien, no solamente en la época romana, sino hasta fecha relativamente reciente, hasta que empezaron a usarse los hornos altos en siderurgia, los óxidos han sido casi los únicos minerales de hierro que se beneficiaban. Es hasta probable que los romanos no supiesen que la siderosa o carbonato de hierro era tal mineral de hierro, y aunque lo supiesen no iban seguramente a emplear este mineral, más difícil y caro de tratar que los óxidos, cuando en tanta abundancia para las necesidades de aquella época se presentaban éstos en los mismos afloramientos de los filones de toda la región comprendida hoy en los términos municipales de Irún, Oyarzun y las cinco villas de Navarra.

Del cinc no hay que hablar, porque sus usos son muy recientes en la historia de la metalurgia.

	Páginas.
<i>Nota E.</i> —Sobre los errores habidos en las medidas de azimutes por inclinaciones de los ejes del aparato empleado.....	186
<i>Nota F.</i> —Sobre el método seguido para calcular el azimut.....	210
LOS TRABAJOS MINEROS ROMANOS DE ARDITURRI, OYARZUN, por D. F. Gascue.....	219
LA SITUACIÓN DE LA ANTIGUA OIASSO, por D. F. Gascue.....	231
RESEÑA GEOLÓGICA DE LA SIERRA DE LOS FILABRES, PROVINCIA DE ALMERÍA, por D. Alfonso de Sierra.....	239
Datos geológicos.....	245
Criaderos por substitución.....	260
Yacimientos por depósito ó precipitación.....	270
Yacimientos de otros metales.....	274
FÓSILES DE GALICIA.—NOTA SOBRE LA FAUNA PALEOZOICA DE LA PROVINCIA DE LUGO, por D. P. Hernández Sampelayo.....	277
Algas y pistas.....	278
Algas en el Ordovicense inferior.....	284 y 290
Hidrozoarios (graptolitos).....	292
Crinoides.....	293
Braquiopodos.....	294
Pteropodos.....	297
Lamelibranquios.....	297
Cefalopodos.....	299
Trilobites.....	299
Ostracodos.....	300
Malacostráceos.....	300
LISTA DE ESPECIES POR ORDEN ESTRATIGRÁFICO.....	301
NOTA ADICIONAL AL «ESTUDIO DE LA DENUDACIÓN DE LA COSTA EN LA PROVINCIA DE LUGO».....	304
NOTAS DE HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA.—AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL RÍO DE ALMERÍA, por D. Rafael Sánchez Lozano y D. A. Marín.....	309

INDICE DE LAMINAS

Láminas.

- EL JURÁSICO SUPERIOR DE LA PROVINCIA DE LÉRIDA,
por D. Luis Mariano Vidal.
- I.—Fig. 1.^a—*Undina penicillata*, Munster, $\frac{1}{2}$.
Fig. 2.^a—*Aetalion gigas*, Sauvage, $\frac{1}{2}$.
- II.—*Hybodius Woodwardi*, nov. sp., tamaño natural. Impresión derecha.
- III.—Fig. 1.^a—*Meyasaurus*. Faurd, nov. sp., $\frac{1}{1}$.
Fig. 2.^a—*Huellas de pasos de...*?, $\frac{1}{1}$.
- IV.—*Meyasaurus Faurae*, nov. sp., $\frac{2}{1}$.
- V.—*Alligatorium Depereti*, nov. sp., parte inferior del cráneo, $\frac{3}{1}$.
- VI.—*Alligatorium Depereti*, nov. sp., $\frac{1}{1}$.
- VII.—MAPA GEOLÓGICO DE LA PROVINCIA DE ALICANTE, por D. Fedro Novo Chicarro.
- VIII.—PLANO GEOLÓGICO DE LA SIERRA DE LOS FILABRES, por don Alfonso Sierra.
- IX.—PLANO GENERAL DE LAS MINAS DE SERÓN Y BACARES.
- X.—MINA «MENAS».
- XI.—MINERALES DE HIERRO SILURIANOS.—VILLODRID.—*Mineral oolítico cloritoso-carbonatado con campo de girvanellas*. Aumento 60 diámetros.
- XII.—*Cruciana Schulzi* (n. sp.?). Reducción $\frac{1}{3}$ de tamaño natural.
- XIII.—Fig. 1.^a—*Cruciana Neryi* (n. sp.?). Reducción, $\frac{1}{2}$ del tamaño natural.
Fig. 2.^a—*C. incærite sedis*. Reducción, $\frac{1}{3}$ del tamaño natural.
- XIV.—Figs. 1.^a y 2.^a—*Campos de Girvanella*. Aumento, 250 diámetro.
- XV.—Figs. 1.^a y 2.^a—*Corpora incærite sedis*. (Afines á las *Girvanellas*.) Aumento, 250 diámetros.
- XVI.—DIFERENTES TIPOS DE GIRVANELLAS:
Fig. 1.^a—*Girvanella anómala*.
Fig. 2.^a—*Girvanella filosa*.
Fig. 3.^a—*C. incærite sedis* (afines á las *Girvanellas*).

Es, por tanto, indudable que iban tras de los minerales de plomo argentífero. Si acaso sacaron también carbonatos de hierro de sus labores interiores sería porque quizás la práctica les hubiera enseñado que la presencia de este metal facilitaba el beneficio del plomo.

Rebuscando en la mina se encuentran todavía ejemplares aislados de galena argentífera.

Los planos del exterior de las concesiones mineras están llenos de indicaciones de trabajos antiguos, cuyas bocas o entradas se pueden reconocer con mayor o menor facilidad.

Existe además un plano modernísimo que representa aproximadamente una parte del conjunto de trabajos antiguos practicados en el filón visitado. Abarca este plano una longitud de filón de unos 350 metros, de los cuales 100 están al N. del río Oyarzun y los restantes al S. del mismo. En estos 350 metros, la montaña, desde un poco más abajo del nivel actual del río hasta su cúspide, se halla perforada en todos sentidos dentro de la caja del criadero. Lo mismo sucede de fijo en el otro filón paralelo y próximo al que fué objeto de nuestra visita.

Siguiendo la dirección de los dos criaderos principales se encuentran en la superficie del terreno indicaciones de trabajos antiguos, casi sin discontinuidad, hasta 1.200 metros al Sud del río, en los sitios llamados Meatzgorrieta, Larre-arrea, Aranchipi y Olandiya, siendo sumamente probable que desde el citado río hasta este último paraje continúen sin interrupción las labores romanas siempre dentro de la caja de los filones principales, por más que también es probable que no en todo el recorrido de los mismos se haya trabajado con tanta intensidad como en los 350 metros primeros.

Al O. de esta línea de labores se encuentra otra serie idéntica de indicaciones que demuestran la existencia de excavaciones de consideración en el monte Urichaval, en el cual se trabajó sin duda para explotar un yacimiento paralelo a los dos antes mencionados.

Lo mismo sucede al pie de la Peña de Aya, en el paraje Gorricho y en otros varios sitios.

Pudieran ser algunas de estas labores posteriores a la época romana, pero todo induce a creer que la mayoría de las excavaciones antiguas pertenece a dicha época, porque las explota-

ciones ulteriores deben haberse reducido a arañar los afloramientos de los filones con objeto de arrancar óxidos de hierro para las ferrerías y a algún simple conato de explotar plomo.

Es en resumen indudable que la importancia de los trabajos antiguos es grandísima.

Según personas ilustradas, serias y no dadas a la exageración se necesitan cinco o seis horas para recorrer en totalidad las labores del filón que visitamos.

La red de pozos y galerías de los 350 metros longitudinales representados en el plano de que dejamos hecha mención pasará de 3.000 metros, teniendo presente las mil vueltas y revueltas de las labores auxiliares. Bien puede afirmarse por tanto, después de lo dicho, que en el conjunto de trabajos romanos habrá una longitud de labores auxiliares de 15 a 18 kilómetros.

Para calcular siquiera aproximadamente el tiempo invertido en llevar a cabo los trabajos en cuestión, sería preciso tener idea del número de obreros empleados en los mismos, y este dato nos falta.

Con los planos a la vista no vacilamos en asegurar que se arrancarían en las diversas labores de aquella cuenca más de 2.000.000 de metros cúbicos de mineral, gangas y rocas, cantidad enorme para gentes que no disponían ni de nuestros explosivos ni de nuestra maquinaria moderna, y que tenían que habérselas con rocas duras o semi-duras en las cuales el efecto útil del obrero era sumamente escaso con aquellos procedimientos de arranque.

Supongamos, con objeto de dar una idea del tiempo que pudo durar en la época romana la explotación de los criaderos de Arditurri, que un obrero arrancase al mes cuatro metros cúbicos de roca de galerías y pozos, o de mineral con sus gangas. Con 200 obreros se arrancarían 800 metros cúbicos mensuales o sean 10.000 al año, en números redondos. Se habrían invertido por tanto doscientos años en hacer las excavaciones de que nos ocupamos.

Y como a 200 obreros ocupados en las perforaciones corresponderían otros tantos empleados en sacar a hombros el mineral y en varias faenas, bien puede afirmarse sin incurrir en nota de exageración que con 400 hombres, trabajando cons-

Láminas.

- XVII.—Fig. 1.^a—*Girvanella filosa*. Aumento, 250 diámetros.
Fig. 2.^a—*Laminarites mondigoi*. Reducción, $\frac{2}{3}$ del tamaño natural.
- XVIII.—Fig. 1.^a—*Expansiones foliáceas*. Reducción, $\frac{1}{2}$ del tamaño natural.
Fig. 2.^a—*Cilindrites*. Reducción, $\frac{1}{2}$ del tamaño natural.
- XIX.—ESQUEMA MODIFICATIVO DE LAS MANCHAS PALEOZOICAS DE LA PROVINCIA DE LUGO, por D. Primitivo Hernández Sampelayo.



tantamente, se necesitaron los doscientos años mencionados para llevar a cabo los trabajos mineros objeto de esta nota.

Sirve cuando menos el anterior cálculo, basado en hipótesis que nada tienen de irracionales, para dar una noción de la importancia de los trabajos realizados por los antiguos en Arditurri y sus inmediaciones.

Rentería, 1897.

El Sr. Marqués de Seoane entregó la nota transcrita al doctísimo P. Fita, el cual manifestó que, para afirmar categóricamente que los trabajos mineros en cuestión procedían de la época romana era indispensable probar que en ellos se encontraron objetos y monedas de aquel tiempo.

Pues bien; como ya indico en el texto de la nota, de las excavaciones citadas se retiraron candiles, herramientas y monedas romanas.

El finado ingeniero de minas D. Ignacio Goenaga, quien durante muchísimos años estuvo al frente de la jefatura del ramo en esta ciudad y conocía como nadie cuanto se refiere a su profesión, me refirió más de una vez que la conocida familia Sein, de Oyarzun, tenía años atrás todo género de útiles de trabajo y monedas romanas procedentes de Arditurri. Igual afirmación me ha hecho el Sr. D. Julio Hauzer, Director general de la Real Compañía Asturiana, quien ya antes de 1850 estaba al frente de varias minas en Guipúzcoa, y entre otras, de las situadas en Arditurri.

¿Qué fué de tales interesantes objetos? ¿Adónde fueron a parar? No lo sé, pero según todas las probabilidades se desparrramaron por ahí, y al presente se encontrarán diseminados, como tantos otros, en Museos y colecciones particulares, sin indicación alguna de su procedencia.

Nada de particular tiene el que la familia Sein poseyese objetos extraídos de los subterráneos de Arditurri, por cuanto uno de sus antecesores, D. Josef Antonio de Sein, obtuvo en 1791 Real Cédula de concesión para explotar una mina de plomo en término de Oyarzun. Seguramente que con tal motivo registraría dicho señor, cuantas labores había entonces en aquel término municipal y principalmente las importantísimas de que me ocupo.

Muy poco tiempo después de haber yo visitado las excavaciones romanas vino a mis manos un librito titulado *Varietades de Ciencias, Literatura y Artes*. Entre otros artículos contenía el librito una relación de las minas principales de Guipúzcoa, escrita por el ingeniero extranjero D. Juan Guillermo Thalacker, comisionado por una empresa formada con capitales mejicanos, si no estoy mal informado, para explorar nuestro país y trabajar en él los criaderos susceptibles de ser explotados con utilidad.

Thalacker estuvo en Guipúzcoa en el primer tercio del siglo último, y entre otras comarcas visitó detenidamente, a juzgar por su minuciosa relación, la de Oyarzun.

Por cierto que habiéndose extraviado en el laberinto de las labores romanas y encontrándose sin luz, se vieron él y su guía muy próximos a perecer dentro de ellas. Al fin, y por una verdadera casualidad, pudieron salir sanos y salvos guiándose por una corriente de aire que circulaba en el interior de las labores. Habían entrado en la antigua mina a las ocho de la mañana y no se vieron fuera hasta las once de la noche.

La descripción que hace Thalacker de aquellas imponentes excavaciones y los cálculos que apunta respecto al tiempo y número de obreros que tales trabajos necesitaron, concuerdan sensiblemente con cuanto dejo apuntado. Opina también que los romanos buscaban el mineral de plomo argentífero con objeto de extraer de él la plata.

Si cito a aquel señor no es precisamente con el objeto de hacer notar la concordancia de ideas expresada, sino precisamente porque también él opina que los trabajos de que me ocupo fueron ejecutados por los romanos.

Dice Thalacker que encontró en las orillas del río, aunque en muy corta cantidad, escorias de plomo, litargirio y algunos botoncillos de plata de copela bien refinada.

Es de mayor interés lo que copio de su descripción porque las escorias, litargirio y plata podían muy bien proceder de fundiciones posteriores a la época romana. Dice así: «Se encontraron también en el río, en el paraje donde atraviesa la veta, tres monedas de gran bronce, de Augusto César, debajo de una piedra bastante grande, donde las movía continuamente el agua, y estaban tan hermosamente conservadas como si aca-

baran de salir del cuño. En algunos pozos encontré en gran abundancia molinetes de mano, hechos de granito. Hallé también muchos fragmentos de escudillas, platos, salvillas, etc., de barro encarnado con mil dibujos de flores, pájaros, columnas y letras no legibles por gastadas. Este barro tomaba al cocerse una especie de barniz hermoso de color cinabrio claro, tan lindo como si fuera una bella porcelana roja. He visto algunos tiestos como éstos en diversos gabinetes particulares y creo que sean unos y otros de la antigua loza de Sagunto (hoy Murviedro) y cuyo ramo precioso de industria ha desaparecido como otros muchos.»

Añade Thalacker, en la nota, lo que sigue:

«En uno de los pozos encontré también otra moneda que tiene dos bustos, a cada lado el suyo. En un lado se ve una cabeza laureada, con esta inscripción *Imp. Augustus*, y por el otro dice *Turiaso PP.* ¿Será esta Turiaso la antigua ciudad de España en la Celtiberia que dicen es hoy Tarazona? Estas cuestiones las dejaremos a los anticuarios y numismáticos; para nosotros esta moneda es sólo un óxido de cobre. Lo mismo podemos decir de la mitad de otra moneda de mediano bronce que encontré en estas excavaciones, de Celsa o Xelsa, que el P. Flores trae en la tabla 19, números 1 y 2. Lo que no puede menos de llamar la atención de los curiosos es que la de Augusto César, que movía el agua continuamente, estaba brillante y limpio el metal, y las que estaban quietas se hallaban reducidas enteramente a óxido.»

No tengo noticias personales de Thalacker. Probablemente, antes de venir a España, habría ejercido su profesión de Ingeniero, en Mejico, país adelantadísimo en minería por aquel entonces.

Parece indicarlo así el lenguaje y ciertos vocablos por él empleados, como *salvillas* y *tiestos*, cuya aplicación a enses de la minería no se explica. Acaso los tiestos fuesen vasijas pequeñas para tener agua.

Sea lo que fuere, y aparte de posibles errores de apreciación o de descripción, no cabe duda alguna de que se han encontrado objetos de alfarería y monedas romanas en las excavaciones de Arditurri, porque cuanto dice el Sr. Thalacker viene en confirmación de lo afirmado por personas tan absoluta-

mente respetables, competentes y veraces como los Sres Hauzeur y Goenaga, antes citados.

Concurren, por tanto, en el problema todas las circunstancias apetecibles para afirmar que las grandes labores mineras de Arditurri son de época romana.

F. GASCUE.

San Sebastián, Mayo de 1908.

LA SITUACION

DE LA

ANTIGUA OIASSO

En el número 3.º de la *Revista internacional de los estudios vascos*, se publicó un interesante artículo del Sr. Campión, titulado «Sobre los nombres de la antigua Baskonia».

Al examinar el distinguido filólogo la etimología del nombre Oyarzun, dice lo siguiente:

«A juicio de M. Jullian hay que distinguir entre la villa de Oyarzun (antigua Oiasso) y su puerto, el actual Pasajes, que se llamó, según documentos citados por el P. Risco en *La Vasconia* (págs. 152 153) puerto de Oyarzo y Oyarzun. De esta manera se concilian el aserto de Strabon de que Oiasso, ciudad, estaba situada sobre el mar Océano, y el hecho de que entre Oyarzun y el mar median varios kilómetros.» Y añade en nota el Sr. Campión «11 kilómetros 481 metros. Véase el Estado num. 2 de los Estados indicadores de las distancias existentes por carreteras entre pueblos y puntos importantes de la provincia de Guipúzcoa».

Hace ya bastante tiempo que resido la mayor parte del año en Rentería. Conozco por tanto, la comarca de Pasajes, Rentería, Lezo y Oyarzun, y nada tiene de particular que al leer la distancia que apunta el Sr. Campión, comprendiese yo desde luego que había en ella un error material de medida, o bien un error de imprenta.

Así era en efecto, y lo demuestra la nota inserta en la pági-

na 283 de la misma Revista citada, entrega de Mayo-Junio del corriente año. Según dicha nota, el texto del Sr. Campión, truncado en la imprenta, dice que la distancia desde Oyarzun a Fuenterrabía es la citada de 11 kilómetros y 481 metros, mientras que la existente entre Oyarzun y Pasajes de San Juan es de 6.778 metros,

Desde Fuenterrabía hasta la desembocadura del Bidasoa habrá unos 2.500 metros, y desde Pasajes de San Juan a la entrada del puerto, 1.000 metros. Las distancias respectivas totales de Oyarzun al mar son, por tanto, de unos 14 kilómetros y de unos 7 medio kilómetros.

Ese punto de mero detalle está, por tanto, aclarado, pero me induce a hacer algunas observaciones que quizá sean pertinentes al caso.

Ocurre desde el primer momento una duda. Al decir Strabon que desde Oyarzun al mar media una distancia que representa, referida a las actuales unidades de longitud, varios kilómetros. ¿se refiere a la distancia mínima horizontal, en línea recta desde Oyarzun hasta la línea de costa en alta mar fuera, de puertos y barras, o bien habla Strabon de la distancia entre Oyarzun y la orilla más próxima adecuada para operaciones de embarque y desembarque, es decir, en condiciones idóneas para el tráfico marítimo?

Si, a falta de las coordenadas de longitud y latitud, quiso Strabon establecer una medida que, en unión de otras, permitiese fijar con cierta seguridad aproximada la situación de Oyarzun, entonces posible es que se refiriese a la línea horizontal, más corta desde el pueblo citado hasta la orilla de alta mar. No conozco el texto de Strabon y nada puedo afirmar en uno u otro sentido; pero me inclino a creer que la distancia en cuestión es la de dicha línea de recorrido mínimo por lo que adelante apunto. Midiéndola sobre el mapa con la escala, resulta ser de unos 5 y medio kilómetros.

En cambio, cuando algún geógrafo o viajero se propone hacer una reseña del emplazamiento de una población determinada, en relación con sus medios de defensa militares, sus condiciones estratégicas, mercantiles, etc., etc., no se preocupa de la distancia a que puede estar dicho emplazamiento de la mar fuera de bahías y puertos, sino de la distancia desde di-

cha población a los muelles más próximos, por los cuales le es posible recibir y expedir hombres, armas, vituallas, municiones, etc. Y tampoco cita en este caso la distancia medida horizontalmente en línea recta, sino la longitud del recorrido por un camino de tránsito suficientemente fácil y exento de demasiadas vueltas, revueltas, subidas y bajadas que lo alarguen inútilmente

Los habitantes de Oiasso podían ponerse en relación con el mar, o bien siguiendo un trazado sensiblemente igual que el de las carreteras actuales que por Rentería y Lezo conducen a Pasajes de San Juan, o bien siguiendo aproximadamente el recorrido de la carretera que conduce a Fuenterrabía, pasando por Irún. Ambas líneas de comunicación se dirigen casi sin rodeos a los puertos citados, y dada la orografía de la comarca, es lo más probable que en la época romana hubiese caminos que, salvo variantes de detalle, tuviesen el trazado de nuestras carreteras, independientemente de las vías militares que, por razones inútiles de aducir, se construían siguiendo más bien las crestas de las montañas que los *thalwegs* de los valles.

Adóptese el recorrido que se desee, siempre resulta de las cifras apuntadas que la distancia desde Oyarzun al mar está comprendida dentro de la vaga designación de *varios* kilómetros. Repito que desconozco el texto de Strabon, como desconozco tantísimos otros.

El caso es que en la época romana el mar llegaba a muy corta distancia de Oyarzun. Quizá desde el pie de la colina sobre la cual está edificada la villa actual no hubiese dos kilómetros de recorrido valle abajo hasta la orilla del mar, o sea hasta un sitio en el cual se hiciese sentir el movimiento de flujo y reflujo de las mareas.

Si se quiere ceñir el asunto, habría que determinar previamente el sitio ocupado por Oiasso. No he oído decir a nadie que se hayan encontrado restos ni vestigios de ella. Lo probable es que estuviese con corta diferencia en el mismo emplazamiento que nuestro Oyarzun. No cabe en efecto suponer que los antiguos fuesen a edificar en laderas muy inclinadas, y como el terreno presenta declives fuertes a la salida de la villa, cualquiera que sea la dirección que se tome, es de creer que

Oiasso ocupaba casi forzosamente la actual situación de Oyarzun, porque tampoco se puede admitir la construcción de un poblado en la cresta del monte Urcabe, azotada por todos los vientos, y que no presenta explicación adecuada al caso.

Siento una vez más no ser erudito para dilucidar ese punto; pero salvo demostración en contra, opino que la antigua Oiasso no debía en todo caso distar mucho de la presente Oyarzun.

Vuelvo al punto principal de este breve escrito, que es la gran proximidad de Oiasso al mar dentro de puerto, en tiempos de la dominación romana.

— Las areniscas cretáceas o supra-cretáceas, que en potentes bancos forman la costa desde Orio al cabo Jaizquibel, presentan en su recorrido diferencias de dirección sensibles a la simple vista y que han determinado fallas o quebraduras en las mismas. Una de esas grietas forma la boca de la bahía de San Sebastián, y merced a ella las olas y las corrientes marinas pudieron excavar en las calizas arcillosas blandas y margas subyacentes a las areniscas la hermosa Concha, orgullo legítimo de la capital de Guipúzcoa.

El Urumea aprovecha para su desembocadura en la Zurriola otra falla, sin la cual, o hubiera venido a la Concha, o de no haber existido ésta, hubiera formado con sus aguas un lago en las vegas de Loyola.

Por último, otra falla bien acentuada es lo que se llama el canal, el *fjord* del puerto de Pasajes. Aquí no bastan los fenómenos de erosión para explicar la formación de la bahía, con sus grandes fondos o cotas de marea. No tengo noticias de que se haya medido el grueso de las arenas finas de la Concha; pero estimo que debe ser pequeño, fijándome en las colinas del barrio de Gros que se consideraban como verdaderas dunas hasta tanto que su desmonte para rellenar la Zurriola y Amara demostró que su esqueleto estaba constituido por las mismas calizas arcillosas y margas, recubiertas en pequeño espesor con arenas que los vientos echaron sobre ellas. En cambio, los sondeos de Pasajes, que acusan 13, 15 y 20 metros de materiales de acarreo, demuestran que el fondo primitivo estaba a esas profundidades. Allí ni hay oleaje ni la marea con su flujo y reflujo puede ejercer sobre las rocas blandas la misma enérgica acción que en San Sebastián. Para explicar la for-

mación de la larga y estrecha bahía de Pasajes, es preciso recurrir a la hipótesis racional de una línea de hundimiento en la misma, coetánea probablemente con la apertura de las fallas citadas. No está tampoco demostrado que en la Concha no haya habido un fenómeno análogo de hundimiento, de esos que como Suess ha demostrado, explican la formación de muchos mares y lagos. La falla del canal de Pasajes no se prolonga más acá de las areniscas porque las calizas y margas, rocas maleables y elásticas, se plegaron ante el empuje de compresión que determinó la quebradura de las areniscas. Estas, rebeldes, fueron rotas; aquellas, acomodaticias, se doblegaron. Pueden verse perfectamente sus pliegues en las canteras y desmontes de la carretera, en el recorrido desde Pasajes-Ancho a Rentería.

Pero en la pequeña península de Capuchinos, sea por una u otra causa, las rocas son más duras y resistieron algo a la compresión. De ahí, a mi juicio, que el recorrido actual del río Oyarzun desde el extremo de la citada península hacia el Sur, en un trayecto de unos 500 metros, indique también otra línea de quebradura, probablemente sincrónica, con la que originó el *fjord* de Pasajes. Pasado el sitio crítico, las aguas marinas y las corrientes fluviales formaron por erosión el brazo de mar, ocupado hoy en términos de Rentería y de Oyarzun mismo por las fértiles vegas de aquellos municipios.

No se necesita consultar documento histórico alguno, sino simplemente observar la configuración del terreno, para convencerse de que el mar se extendía hasta muy cerca de Oyarzun en tiempos no tan remotos.

Si la mano del hombre no hubiera intervenido construyendo los diques de las vegas del término de Rentería, los muros de las dos alamedas de dicha villa, etc., etc., hoy todavía las mareacubrirían los terrenos, subiendo más allá del casco de la población. Lo comprueba el hecho de que los terrenos de las vegas referidas, que han ido subiendo siempre algo con el aumento del *humus*, de los abonos sólidos, etc., están todavía al presente más bajos que el nivel de la pleamar, la cual llega a las casas del pueblo por el canal de Zubicho, en vías ahora de saneamiento y relleno.

Y vamos ya al caso, después de lo manifestado un poco a modo de digresión.

El efecto de la corrosión de las rocas blandas está contrabalanceado por los acarreo de los ríos, producto de los fenómenos de denudación originados por los agentes atmosféricos. Los barrancos formados por los movimientos de la corteza terrestre y exagerados, digámoslo así, por el empuje de las olas y la corrosión de las corrientes, se están rellenando en toda la costa cantábrica con materiales de detricción de la tierra emergida. En el momento geológico actual, y hasta que nuevas presiones y contracciones de la corteza de nuestro planeta no originen otras depresiones o desniveles, los fenómenos de acarreo son los dominantes, y van borrando poco a poco las desigualdades que en el trazado general de la costa señalan las bahías, ensenadas, puertos y brazos de mar.

Las contracciones terrestres producen las montañas y dan variedad al paisaje, mientras la denudación y acarreo de materiales sueltos constituyen una fuerza niveladora que borra diferencias y tiende a la monotonía.

Veo que vuelvo a las digresiones sin quererlo, y hago punto final en ellas.

El relleno de la bahía de Pasajes es tan intenso, que, para sostener la cota de marea apetecida, es preciso dragar con actividad los canales de acceso a los muelles.

He tenido ocasión de observar durante once años el avance del fango y gravas en la pequeña ensenada de Lezo y enfrente de la fábrica de Capuchinos. Examinando lo que ocurre en los desembarcaderos de personas de Lezo y de las tierras de Alzate, los cuales cada vez son de más difícil acceso en aguas medias, creo poder afirmar que, en bajamar, la línea de tierra emergida avanza cerca de medio metro por año. Se trata de puntos en que la marea alcanza poca altura, pero este mismo es seguramente el caso en todo el antiguo brazo de mar que se extendía mas allá del pueblo de Rentería. Los fenómenos de relleno se debieron hacer sentir de modo más visible a medida del alejamiento de la boca del puerto; es decir, el retroceso del mar por año debió allí ser mayor, según todas probabilidades, que hacia Capuchinos, ya que el río Oyarzun, desde el barrio de Alcibar hacia abajo, tenía espacio ancho en que extenderse, perdiendo así velocidad sus aguas, y haciendo fácil la deposición de los materiales por ellas arrastrados.

Si en la imposibilidad de un cálculo exacto, y a falta de otro dato, tomamos el antes indicado medio metro de retroceso anual del mar, llegaremos a la consecuencia de que en dos mil años el retroceso total ha sido de 1.000 metros en números redondos.

Como antes he dicho, sin la intervención del hombre, las mareas aun hoy subirían más allá de Rentería, cubriendo sus vegas o buena parte de ellas. Por tanto, como desde dicha villa a la de Oyarzun hay tres o tres y medio kilómetros, cabe afirmar que, en la época romana, los colonos de Oiasso tenían el mar a una distancia de dos kilómetros y probablemente menos. Dos kilómetros no son *varios* kilómetros; así es que cuanto dejo apuntado, con excesiva latitud, parece indicar que la distancia de Strabon se refiere a la que mediaba entre Oiasso y la costa de alta mar, medida o no en todo caso en línea recta.

La posición de Oiasso era verdaderamente magnífica como colonia militar e industrial. Estaba al borde de la calzada que conducía a las Galias, resguardada de los vientos fríos y duros del Norte por la montaña, en sitio saneado, con las posiciones de Urcabe y Arcale que dominan todo el trayecto desde San Sebastián a Behobia, muy cerca de la orilla del mar, con excelente puerto a proximidad, con minas de plomo argentífero, de las que en otra nota me ocupo, y con grandes bosques que no sólo suministraban maderas de construcción, sino también leña y carbón para las operaciones metalúrgicas.

No he apuntado las anteriores observaciones por estimarlas precisamente de verdadero interés para el caso, sino más bien como demostración de la ayuda que la geología práctica puede ofrecer en la resolución de algunos problemas históricos.

F. GASCUE.

San Sebastián, Mayo 1908

RESEÑA GEOLÓGICA
DE LA
SIERRA DE LOS FILABRES
PROVINCIA DE ALMERIA

La importancia minera y comercial que han adquirido en estos últimos años los criaderos metalíferos de la Sierra de los Filabres, unida a la carencia absoluta de datos geológicos y mineralógicos relacionados con la región de que vamos a tratar, han servido por así decirlo de acicate para obligarme a publicar esta ligera reseña, en la cual se encuentran casi sin orden ni concierto los resultados de las observaciones por mí hechas, ya en las labores mineras, ya en las indispensables correrías que para aumentar su desarrollo he tenido que ejecutar por estos parajes.

La Sierra de los Filabres está situada casi en el centro de la provincia de Almería y cortándola de Oeste a Este, limitándose al N. por el río de Almanzora y al S. por el de Almería, y ocupando una extensión de 1.318 kilómetros cuadrados. De toda esta región, la parte más importante ya la consideremos desde el punto de vista de sus criaderos metalíferos o por su aspecto geológico, es la región Norte de la sierra, y a ésta parte vamos a dedicar nuestra mayor atención.

Al Oeste de Sierra Filabres, cierra el perímetro la Sierra de Baza, mientras que al Este encontramos la de Bayabona y Lubrín.

Esta sierra es la más elevada de la provincia, pues la cumbre no baja en ninguno de sus puntos de 1.900 metros de altitud, encontrándose en ella la Punta de Nimar (Tética de Baccres), cuya altitud es de 2.081,47, vértice de primer orden de la Triangulación geodésica de España.

Como puntos más notables señalamos los que siguen, cuyas altitudes se han hallado barométricamente.

Calar Gallinero	2.054
Cerro Collejadillos	2.007
Cerro Febeire	2.004
Mojón de cuatro puntas.....	1.961
Calar Layón	1.924
Calar Sapos	1.843
Calar Medina	1.795
Calar Vinagre	1.767
Cerro Palacios.....	1.341
Cerro Blázquez	1.214
Cerro Soria	1.162
Cerro Trancaillas	1.151
Cerro Corzos	1.143
Cerro Tejera.....	1.121
Cerrón de Lijar	1.083
Cerro Gall.....	1.042
Cerro de la Paja.....	1.013
Cerro Pajarillo.....	1.007
Cerro Canteras	1.002

Por estos datos se puede formar una idea de las grandísimas diferencias de nivel que a cada paso encontramos y de lo fragosa y quebrada que es la sierra que nos ocupa, lo que por otra parte no necesita demostración con sólo ojear el plano de conjunto que acompaña a este informe, cuya topografía en toda la parte del Norte de la sierra está cuidadosamente ejecutada por procedimientos taquimétricos y en la Sur solamente empleando el barómetro nivelante, dando perfecta idea de las profundidades de los barrancos, que en muchos lugares parecen verdaderas simas siempre dispuestas a hacer desaparecer entre sus flancos sin fondo a todo aquél que despreciando el peligro se atreva a sentar el pie en las estrechas veredas que serpentean

por las laderas. De una de ellas sólo con decir el nombre es suficiente para darse idea de su situación: la llaman la vereda de las Oraciones porque dicen se debe rezar al pasarla para llegar con vida al otro lado; a unos 200 metros más bajo se ve brillar el agua del río corriendo sin cesar sobre blancos mármoles, que parecen un sudario; al frente, una cinta estrecha que se convierte en una línea en su otro extremo, y ese es nuestro único camino, y por fin, lejos, muy lejos, se percibe entre el ángulo de abertura del barranco la Vega del río Almanzora matizando con verdes tonos el azul de las montañas de la sierra de Oria y el más claro de la Sagra de Huéscar, como ofreciéndonos el lugar de descanso apetecido. Es un paisaje de sublime y fría hermosura, y comprendo que los naturales del país le den ese nombre, pues quien algo más que ellos ha visto, al aproximarse a lugares como éste, de los que aquí se encuentran muchos, se acuerda de Dios y... reza.

Entre todas las corrientes de agua que circulan por la sierra pocas, o, por mejor decir, ninguna deben considerarse como ríos si hemos de tener en cuenta la constancia de sus aguas, pues en la mayor parte del verano no suelen llevar ninguna; sin embargo, los clasificaremos con el mismo nombre que en el país les dan, aunque anotando esta observación para que se sepa tramos de ríos torrenciales o de ramblas.

El más importante de la región a estudiar es el de Almanzora, pues el de Almería, que está al Sur de la sierra, se sale de los límites de esta reseña.

El río Almanzora tiene su nacimiento al Oeste de Serón, a unos tres y medio kilómetros de este pueblo y en la confluencia de las ramblas del Ramil y de Alcontar, de las que es continuación. Las citadas ramblas recogen todas las aguas de la parte más llana de la sierra situada en términos de Alcontar y El Hijate; por consiguiente, el río Almanzora en su nacimiento tiene poco caudal de aguas, aumentándolo considerablemente en su unión con el río de las Herrerías o del Valle, que desagua una considerable porción de la zona Oeste de Sierra Filabres. Siguiendo ya su curso tiene como afluentes, además de una multitud de pequeños barrancos y ramblillas por la margen Sur, los ríos del Fargalí, Bolonor, Layón, Baccres, Sierra y Olula, y las ramblas y barrancos de Canata y de las Arcas, que

son las más importantes. Por la margen Norte sólo merecen citarse las ramblas de Jauca, Indianos, Palominos y Lúcar, que tienen mayor extensión.

Este río, desde su nacimiento, situado a una altura de 820 metros, hasta Zurgena, en cuyo pueblo alcanza cota de 230, ha descendido unos 590 metros en longitud de 47,500 metros; por consiguiente, la pendiente es grande y las aguas marchan con mucha velocidad, ocasionando inundaciones importantes en todas las comarcas ribereñas en cuanto sobreviene algún temporal.

Entre los barrancos o ramblas más importantes debemos citar en primer lugar el río de Bacares, que es el más caudaloso y permanente, pues recibe las aguas de todo el hemicírculo formado por la cumbre de la sierra en su vertiente Norte y los cerros del Gallinero y Layón que cierran el perímetro. En todo el curso de este río y de sus barrancos afluentes, las vertientes son tan ásperas y elevadas, que el cauce no pasa de cinco metros de anchura en los puntos más anchos, yendo encajonado ya entre las micacitas como entre las calizas triásicas resbaladas, hasta llegar a Bayarque, en donde las lágenas, como más blandas, le ofrecen algún mayor espacio para extenderse. Este río cuenta con varias fuentes constantes de pequeño caudal, entre las que podemos citar la de Bacares y la de Nimar, que es interesante por nacer a 1.780 metros de altitud, a unos 800 metros al NE. de la Tética de Bacares.

Todos los demás ríos citados anteriormente reciben aguas de pequeñas fuentes, unas intermitentes, las más constantes, que manan por regla general al contacto de las micacitas con las calizas marmóreas que sobre ellas descansan. Estos manantiales, merced á los cuales pueden regarse todas las pequeñas huertas que poseen los habitantes de la sierra, son procedentes, a mi juicio, de las filtraciones de lluvias y nieves por las capas permeables superiores hasta la impermeable de pizarras micáceas que las retiene y podría aumentar considerablemente sus caudales si se dedicase algún cuidado a la repoblación de montes; pues aquí se carece en absoluto de árboles, pudiendo verse tan solamente, de varios en varios quilómetros, puñados, pues otro nombre no merecen, de pinos o encinas, y junto a las huertas, en los barranquitos, algunos álamos y cho-

pos, como queriendo indicar que pueden criarse perfectamente en estos terrenos, y que en un tiempo los hubo, aunque la codicia de los habitantes terminó con ellos, como pasado algún tiempo habrá dado fin de los que restan.

Por la parte Sur de la sierra, las ramblas más importantes son las de Gergal, Olula, Verdelecho y Hozcayar, que son análogas a los citados barrancos si se consideran desde su nacimiento hasta mitad de su recorrido, pues ya más hacia el Sur el terreno es llano y las ramblas toman anchura en el cauce.

Esta zona está colocada en una latitud cuyo clima es benigno a no tener en cuenta la altitud; pero está expuesta a cambios tan bruscos de temperatura, que esto es suficiente para que se comprenda la erosión a que está sometido el terreno por los agentes atmosféricos.

En verano hay días en que la máxima temperatura a la sombra es de 28 grados, siendo la mínima de 18, y otros en cambio que asciende a 35 grados, y en cuanto el sol se pone descendiendo hasta seis o siete.

En invierno, durante los meses de Diciembre y parte de Enero, hace una temperatura como pudiera tenerse en Almería, en que no se cree estar en invierno, y estos días alternan con otros en los cuales llega a descender el termómetro hasta 13 grados bajo cero, y todo el terreno está cubierto por abundantes nieves que, sin embargo, se derriten muy pronto; pues en cuanto brilla el sol y calma el viento asciende la temperatura a 14 o 15 grados.

Estas diferencias tan grandes de temperatura en espacios de tiempo tan cortos dan lugar, no sólo a la destrucción de la mayoría de las rocas, que son algo heladizas, sino también a la licuación de la nieve en corto espacio de tiempo, originando este fenómeno verdaderos torrentes que circulan por todas las faldas de los montes, ocasionando inundaciones y crecidas de los barrancos y ríos, y arrastrando consigo todos los materiales que encuentran a su paso.

Esto mismo sucede con las lluvias torrenciales, que se presentan acompañadas generalmente de tempestades muy fuertes durante el verano y parte del otoño, y durante las cuales los barrancos arrastran masas tan grandes de piedra, que de no haberlo visto se creería era imposible de todo punto. Después de

una de estas tempestades en el barranco Sobrino, a la entrada del pueblo de Bacares, he podido hacer constar que en ese lugar en que hay alguna mayor anchura (40 metros), el lecho del barranco había subido de nivel más de un metro por el depósito de grava y piedras gruesas que había arrastrado en su desbordamiento.

La mayor parte de estas aguas no se aprovechan en la localidad ni en ninguna de las que están situadas aguas abajo por el río Almanzora, que están muy necesitadas de ella, pues es imposible por una parte que se filtre en forma debida y venga a aumentar el caudal de los manantiales por la forma torrencial que afectan las lluvias y por los taludes tan fuertes y desprovistos de vegetación de los montes, y, si de nieve procede, ocurre en idéntica forma, pues entre el sol, los vientos y las pendientes de las laderas, bien se derrite en seguida, ya es llevada a los ventisqueros o precipitada en aludes hacia los barrancos y cortados de la sierra, no produciendo más que un embalsamiento en los barrancos, puntos en donde no puede filtrarse.

Gran parte de estos inconvenientes se aminorarían con el cultivo de especies arbóreas, que con su desarrollo detendrían la nieve, impidiendo su resbalamiento rápido, harían al suelo más permeable, serían más raras las grandes avenidas de los ríos, que todo lo talan, y, en cambio, su caudal sería mayor y más constante que el de hoy, haciéndolo aprovechable no sólo para la agricultura de ésta y otras regiones que tan necesitadas están en la desdichada provincia de Almería, sino para las industrias, convirtiendo esta potencia latente en fuerza beneficiable, de la cual también se carece, pues si bien ahora es casi imposible poner freno a esas aguas que arrastran por torronteras y barrancos bloques de varias toneladas, quizá no lo sería si hubiese muchos árboles que contribuyesen a aminorar la precipitación con que tienden a desaparecer hacia las simas.

Datos geológicos.

Encontramos bien reconocidos en la zona de Sierra Filabres los terrenos siguientes: Estrato-cristalino, triásico y pleistoceno y en la margen Norte del río de Almanzora el mioceno; también se observan algunas manchas de época pliocena en el río Almanzora y parte sur de la sierra, que están indicadas en el plano de conjunto; pero a ellas no he de referirme porque están bien determinadas por anteriores estudios geológicos y además, dada su situación, no interesan a esta reseña por hallarse en los límites de la zona que hemos de considerar.

⌈ *Sistema estrato-cristalino.*—Las rocas que caracterizan este sistema son las micacitas y pizarras micáceas y los mármoles cipolinos.

En éste, como en los demás terrenos, iremos describiendo las rocas desde la base al vértice del sistema.

· *Micacitas y pizarras micáceas.*—Podemos desde el primer momento dividir las en dos grupos, cuya línea de separación no puede determinarse fijamente, porque en el terreno se observa una lenta transformación de unas a otras.

· Las primeras, o sean las colocadas inferiormente, son micacitas, cuyo color es gris oscuro, brillo característico de la mica; dureza 2,5; estructura tabular, fractura plana (en planos decrucero casi normales a la estratificación). Se encuentran en ellas muchos granates, algunos hasta de 20 milímetros de diámetro; pero en general no pasan de cinco milímetros.

Las segundas son muy arcillosas, con colores variados, entre blanco azulado y verdoso, con mucho más brillo que las anteriores, untosas o jabonosas, textura y fractura hojosa; muy blandas, se descomponen al contacto del aire, y mucho más con la humedad, aumentando considerablemente de volumen y volviéndose verdaderas arcillas que se pueden amasar en bolas y son un verdadero peligro para los trabajos mineros del país. ⌋

Las micacitas ocupan la mayor extensión del terreno de que

tratamos, abundando las de la primera clase, que se presentan en toda la vertiente Sur de la Sierra Filabres y toda la falda Norte de la cumbre hasta el barranco del Barrancón, Collado del Conde y siguen hacia el Noroeste hasta Aldeire, en donde ya comienzan a encontrarse las de la segunda clase en mayor cantidad recubriendo a las anteriores.

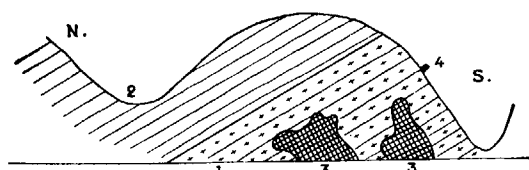
Toda la parte de la sierra de Baza que está unida a la de Filabres, la ocupan las micacitas duras y oscuras, continuando hacia el Oeste hasta pasado el río de Moros. De allí en adelante se superponen otras rocas de las cuales quizá en otro informe nos ocupemos.

En el resto de la falda Norte de Sierra Filabres se encuentran enmascaradas por las micacitas arcillosas, aunque se reconoce muy bien su presencia por los trabajos mineros y en los cortados de los barrancos de importancia.

Las micacitas arcillosas también contienen granates en abundancia, aunque en menor número que las duras, y descompuestos en su mayor parte.

El buzamiento general de todas estas capas es al NO. con 45 o 50 grados de inclinación. Hay, como es natural, otras series de inclinaciones y buzamientos, pero sólo son debidos a accidentes relacionados con fallas y resbalamientos posteriores, que abundan como país muy montañoso y combatido por toda clase de elementos.

En algunas micacitas y pizarras se observan dendritas de manganeso, y entre todas ellas se advierten capitas y filoncillos de cuarzo de muy distintas potencias, algunos hasta de medio metro de espesor en los nódulos o ensanchamientos que presentan.



1 Micacitas duras 2 Micacitas arcillosas 3 Porfido.
4 Afloramiento de un filón de mineral de hierro

Fig. 1.ª

ver las micacitas duras recubiertas al Norte por las arcillosas; el corte está dado a través del cerro Collado de la Iglesia.

¶ *Mármoles cipolinos.*—Descansan sobre las micacitas, y su estratificación es concordante con la que éstas presentan.

El color de los mármoles es blanco en general, con vetas azuladas, volviéndose algunas veces amarillentas. Las vetas azules se encuentran en capitas o mantos dentro de la masa de mármol, siguiendo la misma configuración que los estratos de estos últimos adoptan.

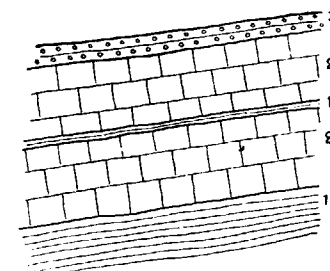
Son muy duros, de estructura tabular, fractura plana, grano bastante grueso y muy silíceos. Se descomponen al contacto de las micacitas, tomando estructura hojosa y color amarillo claro, perdiendo al mismo tiempo su dureza, siendo originadas estas descomposiciones por fenómenos de metamorfismo.

Entre las capas de mármoles se encuentran otras de micacitas muy arcillosas, cuyo espesor varía entre algunos centímetros y un metro, llegando muy pocas veces a dos metros. Por la figura 2.ª vemos la disposición que suelen presentar.

Esta disposición en que se observan las capas en la figura es general, pues muy pocas veces hallamos los mármoles sin la veta de micacitas central, repitiéndose ya con más frecuencia que se aumente el número de vetillas interpuestas disminuyendo en cambio su potencia. Otras veces reaparecen estas micacitas sobre los mármoles al contacto con la roca superior de que hablaremos, adoptando siempre la forma de capitas delgadas.

Dada la facilidad con que se descomponen las capas de micacitas arcillosas por la acción de las aguas y de los agentes exteriores, se puede formar idea de la variedad de accidentes que en las capas de mármoles encontramos, de los cuales unos no alteran la posición de los estratos de las capas sedimentarias superiores y otros producen por el contrario resbalamientos importantes que afectan a extensiones grandes de terreno.

Entre los primeros podemos presentar un ejemplo en los pequeños saltos de las vetas de arcilla comprendidas en la capa de mármoles mineralizada que se ven en la fig. 4.ª, que no



1 Micacitas arcillosas
2 Mármoles
3 Conglomerados

Fig. 2.ª

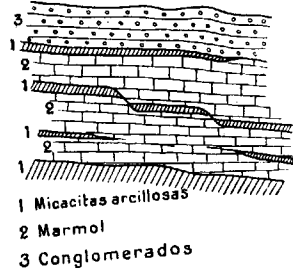


Fig. 4.ª

afectan a la posición de las capas, y de los cuales en los trabajos mineros y cortados de los barrancos se pueden reconocer en gran cantidad. El que indicamos está tomado en el cerro de las Peñicas Blancas del término de Bacaes.

Los resbalamientos importantes son más fácilmente reconocibles por aflorar a la superficie, y de ellos tenemos

abundantes testimonios, pues en la mayoría de los cortes que acompañan al informe habrá algo que caracterice el punto en que damos la sección. Estos, como es lógico, no son producidos por las capas de micacita intercaladas entre los mármoles, sino por la capa inferior de micacitas arcillosas que, como son muy jabonosas, hacen resbalar muy fácilmente a todas las rocas superiores. En el corte que está dibujado en la fig. 5.ª por el Barranco de la Magdalena, término de Alcontar, vemos un resbalamiento y caída de las capas de mármol hacia el barran-

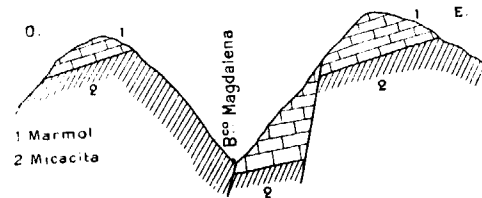


Fig. 5.ª

co que hace aparenten los mármoles un espesor mucho mayor que el que en realidad tienen.

En la cortijada del Marchal, término del Serón, se pueden

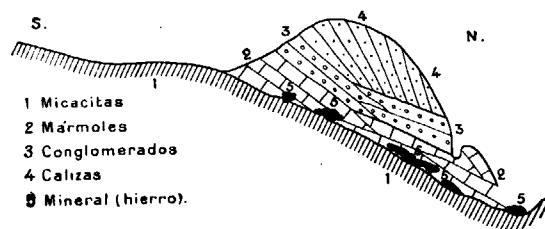


Fig. 6.ª

observar mejor los efectos del resbalamiento (fig. 6.ª), pues la masa resbalada ha recorrido un espacio de más de un quilómetro, dejando señales de su paso y sembrando todo el terreno de trozos de las rocas que la componían.

Algunas veces, entre las micacitas y la capa de mármoles, se hallan masas de ofitas, como ocurre en el barranco Liar (Serón) y expresa la fig. 3.ª.

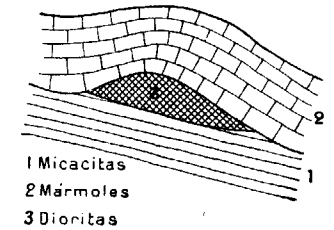


Fig. 3.ª

Los mármoles afloran en la mayor parte de los barrancos de la zona de Serón y Bacaes, ocupando su máxima extensión en una mancha situada en el paraje llamado El Manzano, en donde adquieren potencias de 50 a 70 metros, La potencia media es de 20 a 30 metros y su formación muy regular. En la zona de Alcontar presentan mayor extensión, manifestándose en la superficie y sin estar enmascarados por otras rocas posteriores.

En la parte Este de la sierra disminuyen mucho de potencia, contando solamente de 0,50 a dos metros, por los términos de Olula del Río y Chercos, para reaparecer con mayor espesor en Almazora.

En estos mármoles está la mayoría de los criaderos de hierro de la zona de Serón y Bacaes.

Sistema triásico.—La sucesión de capas es la siguiente, expresadas en orden descendente:

Conglomerados.

Margas arcillosas o launas.

Calizas y dolómias.

La extensión del triás en esta región es suficientemente grande para que se le conceda el interés que merece, estudiándolo lo más detenidamente que nos sea posible, pues hay que tener en cuenta que algunas de sus rocas están íntimamente unidas con los criaderos metalíferos de que hemos de ocuparnos.

La carencia absoluta de especies fósiles en las capas triásicas de esta zona, en los reconocimientos hasta hoy verificados, es la causa de que hayamos de clasificarlas, desde el punto de vista mineralógico, por igualdad o analogía con otras rocas ya

reconocidas como pertenecientes a este sistema. Nos han servido de base para deslindarlas, su composición con las capas triásicas de la sierra de Gador de esta misma provincia (estudiadas por el Sr. Gonzalo y Tarín y consideradas por el, así como por el Sr. Verneuil, como indudablemente triásicas en vista de las especies fósiles en ellas recogidas, y principalmente el auxilio del profesor de Geología de la Escuela de Minas D. Pablo Fábrega, sin cuya autorizada opinión no hubiera tenido el atrevimiento de publicar mis pobres juicios si alguna vez hubiese tenido el de formarlos.

∠ *Conglomerados*.—Se encuentran colocados sobre los már-

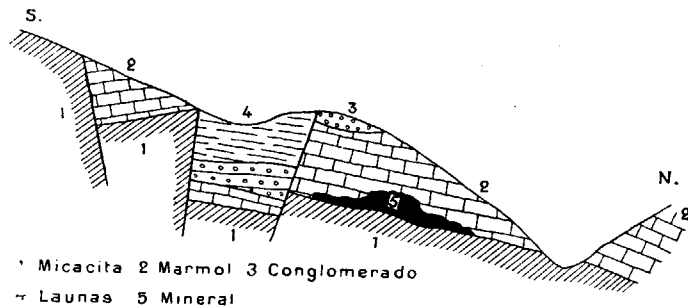


Fig. 7.ª

moles estrato-cristalinos, y cuando éstos faltan, que algunas, aunque no muchas veces suele ocurrir, descansan directamente sobre las micacitas arcillosas. (Fig. 7.ª).

Están constituidos portrozos de mármol, cuarzo y micacitas, estas últimas en menor cantidad, y un cemento arcillo-calcáreo; sus colores son amarillento-rojizos, y su dureza, aunque nunca es muy grande, varía según su estructura y la mayor o menor cantidad de arcilla que contienen. En su contacto con los mármoles o micacitas, según los casos, son más blandos y arcillosos, de tipo granudo, siendo los fragmentos de rocas que los componen pequeños, pero de suficiente tamaño para verse perfectamente a simple vista. Suelen contener granos de arcilla verdosa, casi esféricos en su masa.

En otros puntos se convierten en verdaderas calizas, aumentando su dureza, y estas zonas presentan color más amarillo, creciendo el diámetro de los elementos que los forman, y más allá

se descomponen completamente separándose los granos con facilidad por la menor consistencia del cemento.

La potencia de la capa de conglomerados varía bastante. (Fig. 8.ª). En los afloramientos más al Sur sólo alcanza de 15

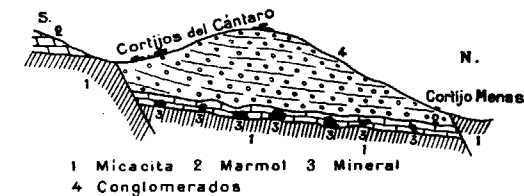


Fig. 8.ª

a 30 metros, aumentando conforme marchamos hacia el Norte hasta 70 u 80 metros en la zona minera hoy reconocida en Serón. Seguramente continuarán aumentando de espesor hasta llegar bajo el río Almanzora, en cuyo sitio adquirirán el máximo, pero esta cifra la desconocemos porque en ese lugar no se han hecho reconocimientos en profundidad.

Entre los conglomerados descritos y algunas veces en las rocas superiores hallamos masas de yesos, de estructura amor-

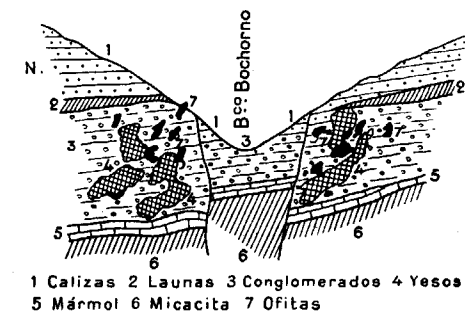


Fig. 9.ª

fa, blancos, de los cuales no se reconocen afloramientos superficiales, y próximos a masas de ofitas como indica la figura 9.ª, sección normal al Barranco del Bochorno (Bacares). Estas masas de yesos han sido cortadas en varios puntos de la zona de Serón y Bacares por los trabajos mineros de reconocimiento y alcanzan espesores de 25 y 30 metros.

La capa de conglomerados se extiende por los términos de Serón, Baccres, Tijola y Purchena, según los afloramientos indicados en el plano y enmascarada por la capa de launas que la cubre. En término de Alcontar sólo existen pequeñas manchas, y lo mismo se observa en los términos de Macael y Olula del Río, en los cuales algunas veces faltan estas capas aunque se presenten las demás que constituyen el triásico de la región, fenómeno que también acontece a las launas.

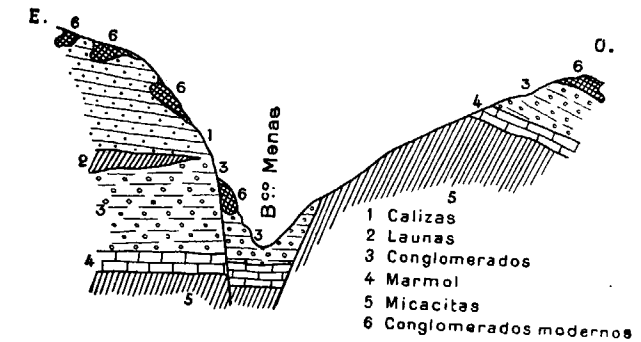
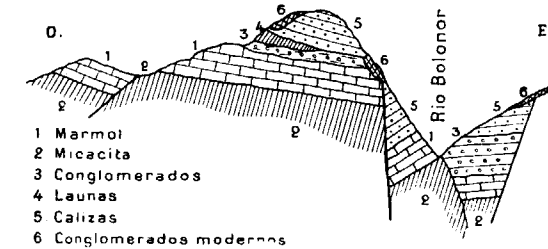
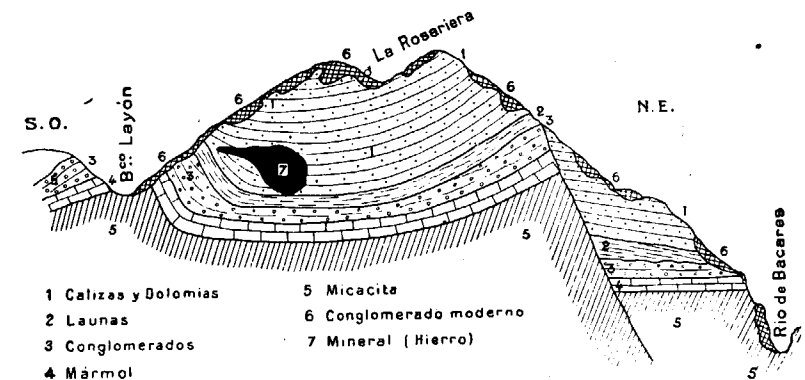
Launas o filadios arcillo talcosos.—Descansando generalmente sobre las capas de conglomerados, encontramos otras de filadios arcillo talcosos, lustrosos y suaves al tacto, de variados colores, siendo generalmente azulados y alternando con otras zonas blancas o rojizas.

Todos tienen estructura hojosa, y aunque son blandos, los blancos lo son aún más que los azulados. Hay variedades muy arcillosas que por acción del agua se descomponen, formando verdadera arcilla azulada que emplean en el país para cubrir los terrados de los cortijos.

En algunos puntos se presentan masas lenticulares de filadios verdes que indudablemente contienen clorita.

Todas estas capas de filadios llevan en lechos venillas o nódulos de cuarzo blanco, y en ciertos lugares, interestratificadas con las capas de launas, se distinguen otras muy delgadas de calizas blanco-amarillentas, blandas, de fractura plana.

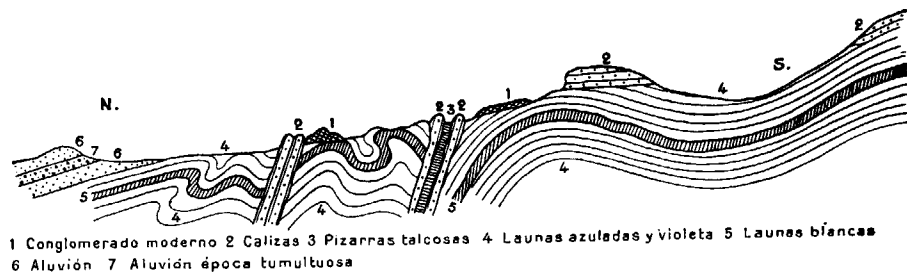
Las masas de yeso indicadas al hablar de los conglomerados se encuentran también entre estos filadios, y los afloramientos de ofitas que en estas regiones aparecen coinciden generalmente con las rocas de que nos ocupamos, bien destacándose en medio de ellas, bien asomando en cotas donde corresponde estar colocadas las capas de filadios, que si no se ven superficialmente es por estar enmascarados por las calizas superiores o por las brechas modernas, pues como rocas más blandas y jabonosas desaparecen más pronto sus asomos, siendo reemplazados por los trozos de rocas más duras posteriores que se deslizan fácilmente sobre ellas. En las figuras 10.^a y 11.^a, por ejemplo, se observa el estrechamiento sufrido por los filadios en el sentido de la pendiente de las rocas por ser en dichos parajes muy duras las rocas que los comprenden. En cambio, en la figura 12.^a afloran extensamente por el NE., mientras que a SE.

Fig. 10.^aFig. 11.^aFig. 12.^a

están enmascarados por los conglomerados modernos, pero no han sufrido disminución en su potencia.

El espesor de estas capas es de más de 100 metros en los Cerros Gallinero y Medina, de 140 aproximadamente en la parte N. de la región próximo al Almanzora, conservando esta potencia por término medio en la cuenca de dicho río hasta Huércal Overa. En la parte S. de la zona de Serón y Bacaes disminuye el espesor por la falda S. del Gallinero y Layón. Al S. de la región de Macael también son menos potentes estas capas.

En el corte dado a lo largo del río Bolonor, cerca de su desem-



1 Conglomerado moderno 2 Calizas 3 Pizarras talcosas 4 Launas azuladas y violeta 5 Launas blancas
6 Aluvión 7 Aluvión época tumultuosa

Fig. 13.ª

bocadura (fig. 13.ª) están indicados los pliegues que han sufrido los filadios y capas de caliza superiores. Poco más al S. de esta sección y en virtud de las ondulaciones, las capas presentan el aspecto zoneado que expresa la sección 13 bis, alterando los lechos blancos, rojizos y azules.

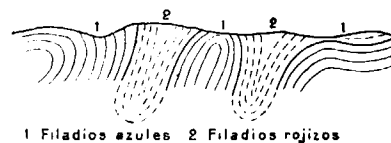


Fig. 13.ª bis,

Estas launas pertenecen al tramo inferior del triás en la Sierra de Gador y por comparación con ellas se han clasificado como correspondientes al triásico en la Sierra Filabres.

Calizas y dolomías.—Siguiendo nuestro orden ascendente nos encontramos con las capas de calizas que yacen sobre los filadios arcillo talcosos.

Al contacto con las launas suelen tener en los lugares donde puede observarse bien, estructura hojosa, color amarillento, poca dureza, bastante arcilla en su composición, porque sus

caras de contacto son lustrosas y aspecto litográfico. (Barranco Bolonor, río Bacaes.)

Sobre éstas, cuya potencia es solamente de dos o de tres metros, se presentan las capas de calizas y dolomías, de colores y estructuras variadas, Tan pronto son amarillentas, como rojizas, o grises, formando en los recortes de las trincheras un conjunto diverso de colores de aspecto muy agradable, muy duras y tenaces unas veces, siendo difícil su perforación porque rompen en trozos las brocas de acero de las sondas, otras veces quebradiza, dividiéndose en fragmentos menudos como el balasto de los ferrocarriles. Las situadas en las cumbres de los cerros son blancas, con ligero tono gris, duras y cavernosas, muy magnesianas; en las grietas se encuentra polvo agrisado parecido al cemento. También se presentan mezclas con las primeras, de diversos colores, otras grises oscuras, dolomíticas, duras y fétidas, en cuya superficie se ven venillas en todas direcciones, formando una red irregular de filoncillos que son de espato calizo.

Entre ellas existen también afloramientos de ofitas y dioritas.

La calizas tienen su mayor espesor en los barrancos de Menas, cerro del Pocico, río Bolonor y de Bacaes, donde su potencia es de 200 metros por término medio, y en Macael, cerro de Canteras, en donde ascenderá a 150. Hacia el N. van decreciendo, por efecto indudablemente de la denudación hasta las inmediaciones del Almanzora, en donde sólo hay trozos desprendidos.

En la cumbre de la sierra sólo se encuentra en la punta de Nimar con poco espesor.

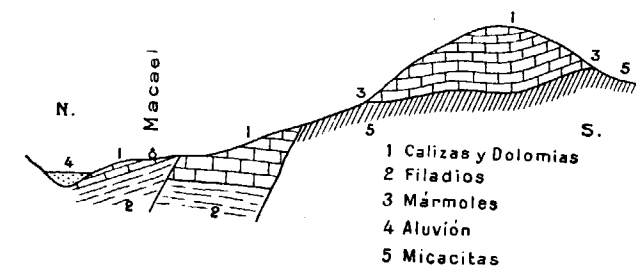
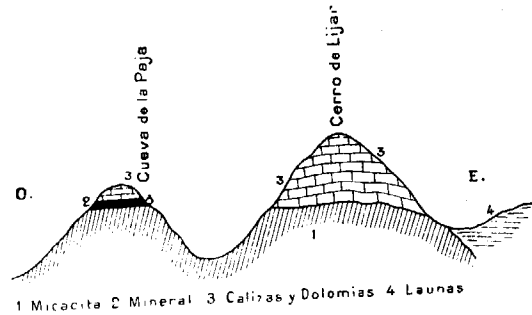
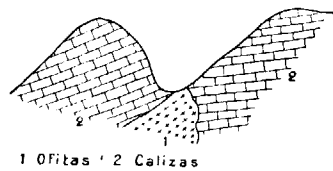


Fig. 14.ª

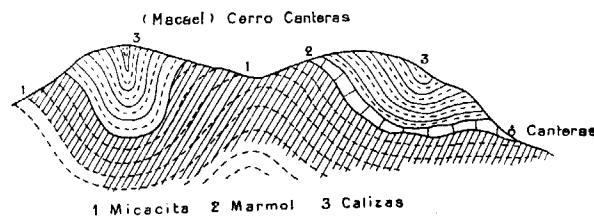
En el término de Macael se encuentran calizas marmóreas sacarinas, descansando sobre los mármoles cristalinos sin intermedio de las capas de conglomerados ni filadidos en algunos lugares, como vemos en la fig. 14.^a, en cambio, en otros (figura 15.^a), la capa de mármoles desaparece y yacen sobre las micacitas; fuera de estos puntos la ley de sucesión de las capas es la indicada en el curso de la reseña.

Fig. 15.^aFig. 16.^a

La figura 16.^a es un corte por los afloramientos de ofitas del barranco de los Molinos, término de Macael, y las 17.^a y 18.^a dan idea de la estratigrafía de aquellas capas.

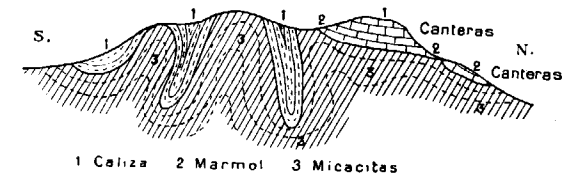
Conglomerados modernos.—

Bajo este epígrafe agrupamos una nueva serie de conglomerados, que a nuestro juicio corresponden al triás superior, aplicándoles

Fig. 17.^a

la denominación impropia de modernos para diferenciarlos de los conglomerados que antes se han indicado.

Estas rocas, que se encuentran sobre las capas de calizas en pequeños espesores, enmascarándolas en unos y otros puntos y sin formar manchas de gran extensión, son, por su aspecto exterior, muy parecidos a los citados, que constituyen el primer tramo del sistema; su color es amarillento rojizo; son más blandos que las calizas, y esa es sin duda la causa de que no estén regularmente extendidos, pues los agentes exteriores los atacan más fácilmente y esparcen por todas partes sus restos. En virtud de la dificultad que presenta señalar sus manchas, hemos prescindido de ellos en el plano de conjunto, y, en cambio, en el plano de los términos de Serón y Bacaes (Lám. IX) les hemos dado muy exagerada extensión, ocultando las calizas por señalarlos. Se diferencian de los primeros en que su formación ha sido posterior a la de las rocas expuestas, y en su masa se reconocen muy claramente elementos de filadidos arcillo tal-

Fig. 18.^a

cosos y su cemento es calizo en mayor grado. La mayor parte de ellos son de grano menudo, aunque esto no excluye que se encuentren otros casi brechoides formados de grandes trozos de todas las rocas citadas. (Figs. 19.^a, 20.^a y 21.^a)

Sistema mioceno.—Aparece solamente en la parte N. de la región en la cuenca del río Almanzora y está caracterizado por las siguientes rocas:

Margas.—Se apoyan sobre los filadidos triásicos, pues en todo el recorrido del río y partes de la mancha que consideramos no aparecen las capas de calizas y dolomías, ni se han cortado con los trabajos ejecutados.

Tienen las margas color amarillento, siendo azuladas en las superficies recién cortadas y, por consiguiente, húmedas dada su posición, descomponiéndose mucho bajo la acción del aire al secarse, variando como se indica de color, experimentando gran contracción y dividiéndose en trozos prismáticos. Son

muy arcillosas y ásperas, y presentan en sus secciones dendritas de manganeso.

En ellas hemos encontrado especies fósiles. Las más abun-

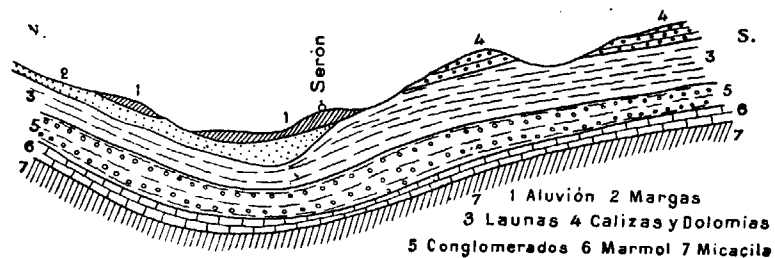


Fig. 19.ª

dantes son *Ostrea crassísima* y *Ostrea longirostris*, que están repartidas por la superficie cerca de los terraplenes del ferrocarril. En unos trabajos en trinchera próximos al río hemos hallado ejemplares de *Pecten*, *Pholadomya* (¿alpina?), dos en muy mal estado que parecen de *Clipeaster* y tres bien conservados de *Lamna elegans*.

El mioceno se extiende hacia el N., llegando hasta los pueblos de Lucar y Somontín, y desde éstos siguiendo más al N. se vuelve a encontrar de nuevo el estrato cristalino.

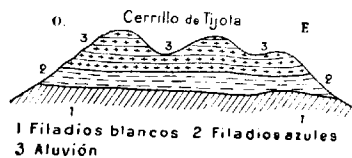


Fig. 20.ª

En la mayor parte de su extensión, el mioceno se encuentra cubierto por los aluviones, no pudiendo reconocerse sino en las trincheras y barrancos que tengan altura en sus taludes.

Entre estas margas se hallan capitas de lignito de poca po-

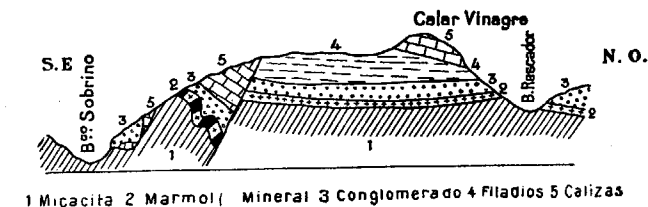


Fig. 21.ª

tencia que corren en dirección NE. con un buzamiento de 50 grados al NO.

Aluviones.—Están extendidos por todas las márgenes del Almanzora, variando su potencia de 20 a 50 metros.

Los constituyen rocas de todos los terrenos descriptos, pero principalmente desde Alcontar a Purchena, casi exclusivamente están formados por las micacitas del estrato cristalino. Tienen por consiguiente el color gris oscuro de éstas últimas y se pueden observar muy bien tres épocas de aguas tranquilas y dos de tumultuosas interpuestas entre aquéllas. Al O. de Purchena y muy cerca de la población, el espesor de los aluviones aumenta mucho, pudiendo tener cerca de 120 metros. Más al E. de esta ciudad y antes de llegar a Olula, los aluviones cambian de aspecto, tomando color claro por entrar en su composición gran parte de elementos de calizas y dolomías, volviendo de nuevo a presentarse oscuros más hacia el Este.

Ofitas y dioritas.—Las más abundantes son las primeras, de las cuales se hallan bastantes afloramientos en toda la región, siendo el que presenta más importancia el dibujado en la fig. 16.ª, en término de Macael. También se encuentra un pequeño afloramiento de melafiro en Serón, barranco Rascador.

Notas sobre yacimientos metalíferos de la sierra.—Esta parte de la provincia de Almería es rica en criaderos metalíferos, y no desmerece en nada si la comparamos con las zonas mineras de Gador y Sierra Almagrera, que tanto interés han merecido siempre para la minería de la Península. En esta sierra se presentan yacimientos de hierro en gran cantidad, y algunos de cobre, azogue y plomo.

Los criaderos de hierro existen en cualquier punto de la zona que estudiamos. Claro es que los consideramos desde el punto de vista de yacimientos, sin tener en cuenta todavía sus condiciones para clasificarlos en explotables y no beneficiables.

Como en un tan pequeño espacio de terreno hallamos gran diversidad de yacimientos, los clasificaremos en dos grupos antes de comenzar a reseñarlos; en el primero englobaremos aquellos formados por substitución y en el segundo los producidos por precipitación o depósito en grietas o quebraduras del terreno.

Criaderos por substitución.

Zona de Serón y Bacaes.—En esta zona se encuentran los yacimientos más importantes de la Sierra de los Filabres, en los cuales el mineral se halla en general substituyendo a la capa de mármoles estrato-cristalinos de que antes nos ocupamos y en ciertos puntos armando en la capa de calizas triásicas superiores.

Como los más extendidos son los comprendidos en el primer caso, a ellos nos referiremos primeramente.

Desde luego admitimos que las aguas mineralizantes han seguido una marcha ascendente por grietas o canales abiertos en las micacitas hasta llegar a la capa de mármoles, y por el contacto de éstos con aquéllas han corrido formando capa acuifera. Asimismo anotamos la observación de que la formación de los criaderos ha tenido lugar en época posterior al triás, puesto que en los conglomerados de ese sistema no encontramos trozos de mineral. Por último, las aguas mineralizantes han traído el hierro disuelto al estado de carbonato ácido por tener en exceso anhídrido carbónico, pues de otro modo hubiera sido insoluble y precipitado al estado de carbonato también, en substitución del cálcico de los mármoles, pues el carbonato lo encontramos en estos criaderos lo mismo que en los de precipitación de que hablaremos. Ese carbonato bajo la acción del aire, al encontrar el agua salida por las grietas, producidas por los movimientos orogénicos posteriores, se transformó casi en su totalidad en óxido, produciendo la limonita, que es la mena única y característica de estos yacimientos.

El mineral de estos criaderos puede considerarse como puro, pues por los análisis que presentamos las cantidades de cuerpos extraños mezclados con mineral son muy pequeñas.

	I	II	III	IV
Hierro	53,07	49,93	48,38	52,57
Sílice.....	5,13	6,19	5,98	6,40
Azufre	0,19	0,01	0,016	0,017
Fósforo.....	0,013	0,009	0,008	0,009
Cal.....	2,76	2,10	2,12	2,31
Agua.....	1,33	4,53	7,97	»
Manganeso ..	1,38	1,65	1,58	1,72

El ejemplar I es mineral limpio, el III es el tipo medio del mineral en cargamento durante todos los meses del año, excepto el verano, en el cual los cargamentos alcanzan el valor del ensayo II como minimum, pues no hay más que fijarse en la diferencia de humedad de las muestras I y II con relación a la III. El análisis IV corresponde al III en seco, pues los tres primeros son en estado natural o sea conforme está en la mina. La diferencia en ley del primero con relación a los dos siguientes es solamente debida a que el mineral de cargamentos no está limpio, por ser casi imposible, dadas las cantidades que de cada mina se arrancan, hacer un estrío cuidadoso. En las pequeñas minas esta limpieza puede hacerse, y con ella se consigue un aumento de varios tipos en hierro, habiéndose ensayado en estas condiciones con el 54 y 55 por 100 en hierro.

El manganeso no está uniformemente repartido en todos los minerales, siendo la ley media siempre inferior al 2 por 100, mas no ocurre lo mismo si consideramos ejemplares aislados. Este cuerpo suele hallarse en las oquedades que existen entre la masa del mineral, en la base o fondo de las mismas, en pequeñas capas como demostrando ha sido precipitado de las aguas que lo contenían. Hemos encontrado ejemplares raros, que analizados arrojaban una ley en manganeso de 53,30 y en hierro de 1,53 por 100, debido como se ve a concentraciones de este metal en determinados puntos de la masa del criadero. En general, el mineral más impuro y de menos ley que se encuentra en las terminaciones de las capas o en las masas menos metalizadas es el que lleva más proporción en manganeso.

La hematites roja no se encuentra en cantidad y en ninguno de los criaderos de la formación que estudiamos.

Los carbonatos de hierro que podemos observar en todos

los puntos de los yacimientos bañados por el agua son también de buena calidad, no descendiendo su ley, una vez calcinados, de 50 por 100. Con relación a ellos no podemos dar análisis de cargamentos, pues todavía no se ha comenzado su explotación y sólo se han ensayado ejemplares aislados. La cantidad de carbonatos reconocida es muy pequeña comparada con la de limonita.

Desde el primer momento se comprende que al haberse constituido los criaderos por substitución del carbonato cálcico de los mármoles estrato-cristalinos, de la mayor o menor compacidad y dureza de éstos depende la menor o mayor facilidad que las aguas han encontrado para atacarlos; por consiguiente, los mármoles estarán metalizados en todos aquellos puntos en donde por una causa cualquiera haya disminuído su compacidad. Esta causa no puede ser otra que una acción metamórfica que haya hecho variar las condiciones de la roca primitiva, o una causá, como movimientos orogénicos, cuyo efecto haya sido la división o resquebrajamiento de la capa. En los yacimientos que estudiamos ambas causas han tenido que intervenir. La primera porque el mineral se encuentra con preferencia al contacto de las micacitas con los mármoles, que es donde éstos están metamorfozados y metaliza con mayor potencia, cuando entre los mármoles existen esas delgadas capas de micacita arcillosa que señalamos al tratar de ellos, y la segunda porque las masas de mineral se hallan orientadas según una dirección N. 42° E., siendo todas ellas sensiblemente paralelas. Estas direcciones privilegiadas son evidentemente líneas de rotura producidas por los movimientos orogénicos.

En el plano de los criaderos (Lám. IX) que acompaña a este informe indicamos una zona dirigida de SE. a NO., según la cual las metalizaciones se extienden en tal forma que puede decirse que constituyen capas a pesar de que no lo sean, porque de distancia en distancia, aun en las más metalizadas se observan zonas de mármol estrechas, cuyas direcciones coinciden con las de las corridas de la región, indicando esto que no son verdaderas capas sino sólo masas cuya anchura aumenta considerablemente si las comparamos con las demás que en el país se reconocen, haciéndolas afectar forma de capas por la disminución de los espacios estériles intermedios. En esta zona, pues,

se demuestra una mayor actividad de los agentes mineralizadores y, por consiguiente, alguna causa ha sido necesaria para producirla; sin duda ha tenido lugar porque las grietas principales del terreno están próximas a ella, y los movimientos han sido grandes y mayor por tanto el grado de división de las rocas, en virtud de las presiones que han soportado. De estas fallas principales presentamos dos secciones en las figs. 9.^a y 10.^a, en las que se indican los corrimientos posteriores ya al mineral, pero las grietas ya existían antes de la formación de los minerales, y, lo que es más seguro, si observamos las potencias de las partes metalizadas en sus inmediaciones, venimos a la certeza de que fueron los canales por los que tuvo acceso el agua mineralizadora.

Los demás criaderos que existen a SO. y NE. de esta zona, todos son en forma de masas en rosario, existiendo entre una y otra corrida un espacio estéril de 60 a 80 metros contado normalmente a la dirección de las masas.

Como ejemplo de los mayores criaderos encontrados en la zona de máxima metalización, presentamos el reconocido en la mina Menas, que hasta hoy lleva explorados unos cuatro millones de toneladas de mineral, haciendo caso omiso de las labores de la mina, pues, por una parte, para entrar en ese detalle necesitaríamos mucho espacio, publicar grandes planos que no es tarea fácil, resultando una descripción enojosa y falta de interés, y por otra, que a las entidades que a todos estos negocios se dedican, si bien les es conveniente que se conozcan sus criaderos como estudio de yacimientos, puede serles molesto que se describan las labores minuciosamente.

La concesión minera de que tratamos abarca el manto de mineral que en su parte reconocida se indica en proyección horizontal en el plano adjunto (Lám. X) en el que pueden verse los espacios estériles señalados con aguada azul. Todas estas partes estériles están formadas por mármoles estrato-cristalinos no metalizados. La capa del mineral no afloraba a la superficie, estando todavía completamente enmascarada por los conglomerados superiores en toda la región N. y O. y sólo visible en virtud de los trabajos en las trincheras 3, 4 y 5 colocadas al SE.

En las secciones longitudinales y a través se demuestra la pequeña inclinación de la capa hacia el N. y los resbalamien-

tos posteriores. Al E. de la masa principal, que se encuentra en su posición verdadera, hallamos en la cantera 2 un primer resbalamiento con desnivel de 36 metros, y continuando más hacia el E. otro segundo de mayor importancia, pues cubica más de un millón de toneladas bajo el cauce del barranco de Menas y en la posición que en los cortes 26 y 27 se expresa.

Las potencias medias del mineral son de ocho a 10 metros en el barranco, de 12 en la cantera 2, llegando hasta 18 en la cantera 3, y de aquí va la capa disminuyendo hacia SO., hasta llegar a 1,50 en la sección del Albaricoque.

La extracción de los productos de la mina se hace por las galerías generales de transporte que están indicadas en el plano, además de las que tienen acceso a las canteras que no hemos señalado, y los minerales son conducidos hasta las tolvas de carga de los transportes aéreos colocadas en el ángulo Norte de la mina.

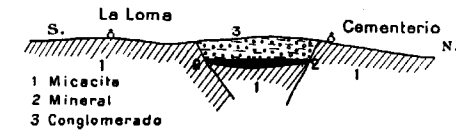
La explotación se hace por rellenos en toda la parte de mina en que la capa tiene un espesor mayor de dos metros, por medio de tajos normales a las galerías de arrastre, trabajaderos cuyas dimensiones son de dos metros de anchura por dos a tres de altura que se rellenan inmediatamente. El arranque que se hace en dos o en tres pisos, según la altura de la capa, comenzando por su base al contacto con las micacitas, para evitar que el suelo se eleve por el aumento de volumen de estas rocas, pues una vez rellenos los tajos, la presión de los escombros sujeta las micacitas, y el mineral colocado sobre ellos no se requebraja o agrieta porque como menos compactos, los escombros se amoldan mejor a las variaciones del piso de micacitas, mientras que si por la parte superior se comenzase, se observa que el mineral que en el piso queda se destroza por la gran presión inferior que soporta al tender a elevarse la roca que forma su lecho.

La producción diaria de la mina asciende a 1.000 toneladas, habiéndose extraído hasta el día unas 800.000 toneladas del criadero.

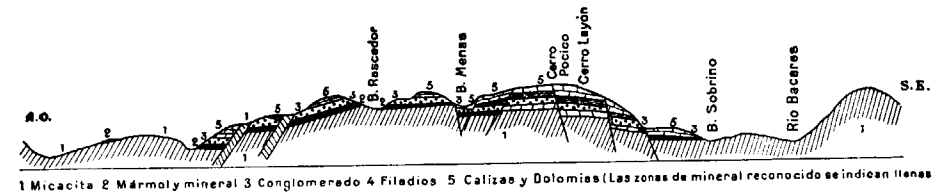
Aunque hay otras minas importantes en esta zona, como lo importante es la formación de los yacimientos, y son análogas, no nos detendremos.

Las masas de mineral son de contornos sumamente irregu-

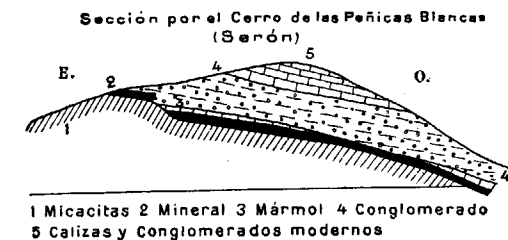
lares y longitudes variables hasta 100 metros, siendo su anchura de 20 como máximo. Las masas están unidas entre sí por las grietas generalmente mineralizadas con dos o tres metros de anchura. La altura oscila entre cinco y 12 metros. De ellas damos algunos cortes en las figuras 22.^a á 31.^a, y se pueden

Fig. 22.^a

ver indicadas en las 7.^a, 8.^a, 12.^a y 15.^a La fig. 22.^a representa un trozo de capa resbalada sobre las micacitas que ha recorrido un quilómetro hacia el N. desde su posición debida.

Fig. 23.^a

En la zona de Serón y Bacceres hay hasta ahora más de seis millones de toneladas reconocidas, extrayéndose anualmente más de 300.000 toneladas de mineral, que tienen su salida por

Fig. 24.^a

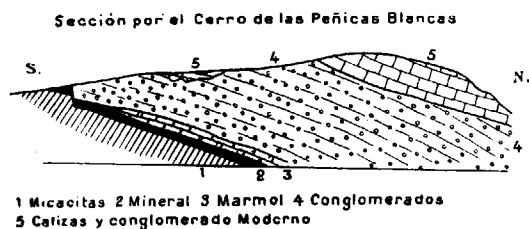
el ferrocarril de Lorca a Baza, embarcando en el Puerto del Hornillo (Aguilas).

Zona de Alcontar.—Los yacimientos que en esta zona se en-

cuentran, así como en el espacio que media hasta la de Serón, son exactamente iguales que los reseñados. Como todavía faltan reconocimientos, no puede asegurarse si la línea de metalización continúa hasta internarse en esa zona como es lo probable. Por lo pronto, en la mayoría de las concesiones allí denunciadas se observan las corridas y masas en los mármoles en la misma forma. Los minerales se corresponden como es natural con los de la zona de Serón. (Fig. 32.^a)

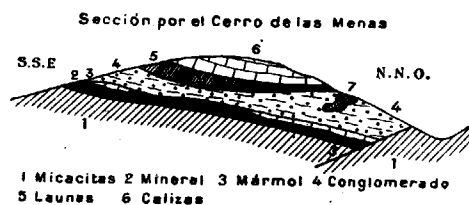
En el plano de conjunto hemos marcado en estos términos el lugar aproximado de los afloramientos y corridas. Esta ha de ser con el tiempo una nueva zona minera de importancia.

Estos yacimientos se extienden también por la parte de te-

Fig. 25.^a

rreno comprendido entre Serón y Macael en forma de masas algo más delgadas; es decir, de menos anchura que aquéllas de que nos hemos ocupado.

Yacimientos en la caliza triásica.—Entre ellos se encuentra como único criadero hasta ahora reconocido el que presentamos en corte en la fig. 12.^a, en el Cerro Layón, término de

Fig. 26.^a

Bacares. Fuera de esta zona los observamos de nuevo en Macael, y de ellos nos ocuparemos más tarde.

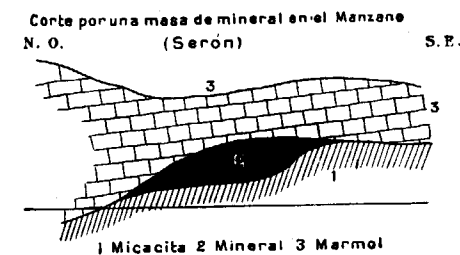
Los minerales de este grupo no son de la misma clase que

los de Serón, pues son algo más impuros por contener pequeñas cantidades de cobre, que en la zona estudiada no existen; por el contrario, el verdadero mineral, es decir, el que está bien metalizado tiene más ley (hasta 58 y 59 por 100) y en la masa se observan ya vetillas y lentejillas de hematites roja, y aumenta hasta 2 o 2,5 la proporción en manganeso.

La metalización de las calizas triásicas ha tenido lugar por no existir la capa de mármoles unas veces, como en Macael, otras por estar demasiado metamorfozada, como sucede en el Layón, pues se ha convertido en una caliza pizarreña muy arcillosa que no es atacable.

El criadero de la figura 12.^a es muy irregular; es una masa cuya altura oscila alrededor de 50 metros, 20 de ancho y unos 100 a 120 de longitud. En esa masa hay partes poco metalizadas, con ley que oscila entre 44 y 45 por 100, que son ciertamente explotables, pero es por su unión con las partes ricas del criadero con lo que se obtiene una mezcla de condiciones buenas.

Estos minerales se exportan también por el ferrocarril de Lorca a Baza y Aguilas. Muy próximo al criadero se encuentra

Fig. 27.^a

un afloramiento de ofitas que es uno de los mayores de esta comarca.

Zona de Macael.—Se pueden dividir en dos grupos los yacimientos que en términos de Macael, Chercos y Lijar se encuentran. Los unos son como el que presentaremos como tipo (fig. 15.^a) en el Cerro de la Paja: son masas orientadas en dirección NE. y SO. en las calizas triásicas, en las cuales el mineral es hematites roja en su mayor parte, con ley del 60 por 100, depositada al contacto de las calizas con las micacitas. De

esta clase no hemos podido hallar más criadero que éste en aquella zona, pues no hay afloramientos que indiquen otros de igual ley, aunque es probable se repitan las corridas, como ocurre en la parte de Serón. Tanto la potencia como la anchura es pequeña, pues la primera no pasa de dos a 2,50 metros y la segunda es de siete a 10. Los demás yacimientos están también en las calizas triásicas, y sólo difieren del anterior en que tienen ley mucho menor, a nuestro juicio debido a que la transformación no se ha verificado completamente y, por consiguiente, no es mineral de hierro sino una caliza algo mineralizada que hoy no constituye mena beneficiable. Todos estos últimos yacimientos

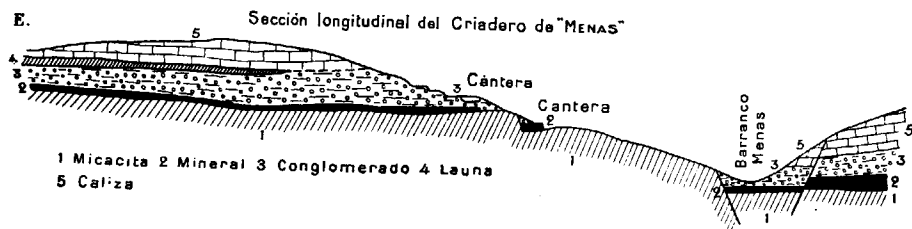


Fig. 28.ª

indican otra zona de metalización NO. y SE., como la de Serón, que denominamos principal seccionada en la figura 23.ª, presentando la parte atacada de las calizas mucha más potencia (figura 32.ª) y gran anchura.

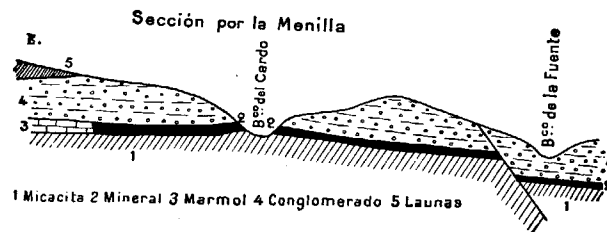


Fig. 29.ª

Los criaderos de Macael, Chercos y Olula del Rio son muy interesantes a pesar de lo expuesto, pues en esos términos se pone de manifiesto una actividad grande de los agentes mineralizadores y es muy posible que un estudio detenido y posteriores exploraciones descubran zonas de verdadera metaliza-

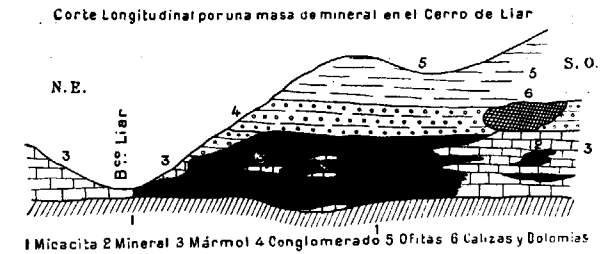


Fig. 30.ª

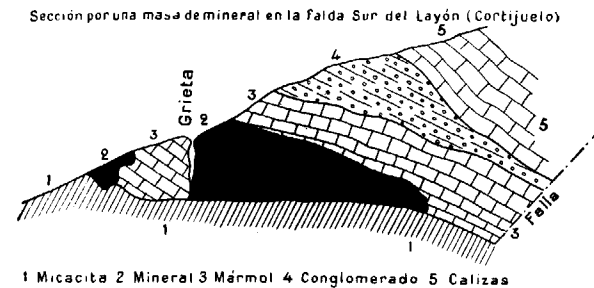


Fig. 31.ª

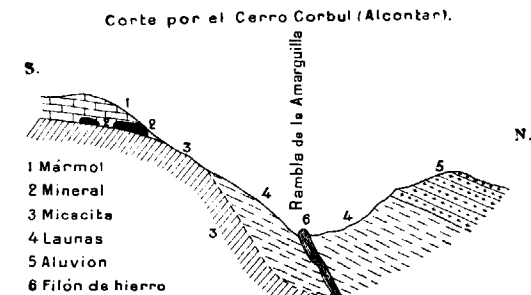


Fig. 32.ª

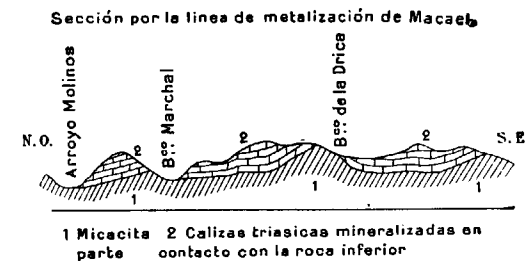


Fig. 33.ª

ción, pues hasta ahora no se han verificado trabajos de reconocimiento y las observaciones anotadas se derivan solamente del estudio superficial del terreno.

Yacimientos por depósito o precipitación.

Denominamos así los que adoptan la forma de filones y se hallan encajados en las micacitas y pizarras micáceas del estrato-cristalino.

Estos criaderos son los que más abundan, como es lógico, pues también la superficie de mayor extensión es la ocupada por el citado terreno, y a ellos hay que añadir los que indudablemente existen bajo las demás capas sedimentarias, que no afloran por estar ocultados por éstas, como sucede en la parte N. de la Sierra Filabres.

Algunas veces parece que se interstratifican en las micacitas; otras, las cortan; pero siempre adoptan la forma de filones con ensanchamientos en forma de rosario en general, aunque también los hayamos observado sensiblemente de la misma potencia; los buzamientos son muy grandes, habiendo algunos que pueden suponerse verticales; generalmente tienden hacia el E.; las direcciones son N. S. magnético con algunos grados al O. En la parte N. de la sierra hallamos filones normales a éstos, como puede verse en el plano de conjunto.

El mineral que en estos filones existe es hematites pardo rojiza, bastante silíceo y no tan puro como la hematites parda de los criaderos de Serón y Bacaes, siendo su composición media la que indicamos en los cuadros que se intercalan a continuación:

Hierro.....	54.83	57.90	61.32
Manganeso.....	1.28	1.07	1.78
Sílice.....	9.87	7.93	6.40
Fósforo.....	0.017	0.013	0.01
Arsénico.....	0.06	0.53	0.06
Cobre.....	0.21	0.18	0.03
Bismuto.....	0.00	0.00	0.02
Agua.....	7.30	0.10	4.71

Los dos primeros ensayos corresponden a minerales de la

zona de Gérgal y Olula de Castro y el último a una muestra de mineral del Tesorero.

Zona de Gérgal y Olula de Castro.—En toda esta parte Sur de la Sierra de los Filabres, se suceden los filones en las micacitas con bastante frecuencia, y en la mayoría encontramos depósitos de mineral de hierro, inexplotables unos por tener más bien formas de vetas delgadas, y otros ya beneficiables porque aumenta su potencia. De estos últimos, en Gérgal hay tres que desde hace tiempo están en explotación y que cruzan de N. a S. aproximadamente los cerros de Enmedio y Soria con buzamiento de 45 a 60 grados hacia el E.

La potencia de estos filones oscila entre uno y dos metros, aunque en sus afloramientos suelen aumentar algo, como ocurre en el cerro Soria y en la mayor parte de los filones que se observan por toda la sierra.

En profundidad se han reconocido hasta algo más de 1.000 metros por socavones que parten de las ramblas próximas.

En la zona de Olula de Castro se han comenzado los reconocimientos en otros cuatro filones que tienen igual dirección y buzamiento algo más fuerte que los de Gérgal hacia el E. Estos y otros filones casi paralelos se reconocen siguiendo hacia el N. hasta llegar a la cumbre, en la cual hay buenos afloramientos con potencia de seis y siete metros, cuyas dimensiones pueden seguirse por espacio de varios kilómetros y darán fundamento en el porvenir a labores mineras de importancia, a pesar de que su distancia al ferrocarril es grande y los gastos de arrastre han de ser elevados. Por todas las exploraciones efectuadas, no sólo en estos parajes sino en la falda Sur de sierra de Baza, donde continúan los filones en idéntica forma, se sabe que la potencia media de estos yacimientos es de 1,50 a tres metros, y, en general, a la profundidad bañada por las aguas de los cauces se encuentra el carbonato de hierro. Como podemos presentar un ejemplo típico de filón en el más importante que existe en la zona del Tesorero, que es muy interesante, nos ocuparemos de él, y de ese modo dejaremos reseñadas las características de estos criaderos.

Zona del Tesorero.—Está situada en la sierra de Baza, muy cerca del límite de la provincia, y su situación puede observarse en el plano de conjunto.

En todos los parajes que rodean a la Cortijada del Tesorero hallamos cruzadas la pizarras micáceas por una red de filones, cuyas direcciones predominantes son las NO. SE. y su normal, con buzamientos de 45° en adelante, hacia el O. y E. respectivamente, y con señales de metalización, aunque con potencias de 50 a 60 centímetros la mayor parte de ellos. Entre éstos hay uno que reconocemos como principal y es al que nos hemos referido situado al N de la Cortijada, que está investigado en una longitud de unos 500 metros con dirección N. $40^\circ 30'$ E. en unos 200 metros y que varía después hasta convertirse en N. 12° E., siendo su buzamiento de 70° al SE. aproximadamente.

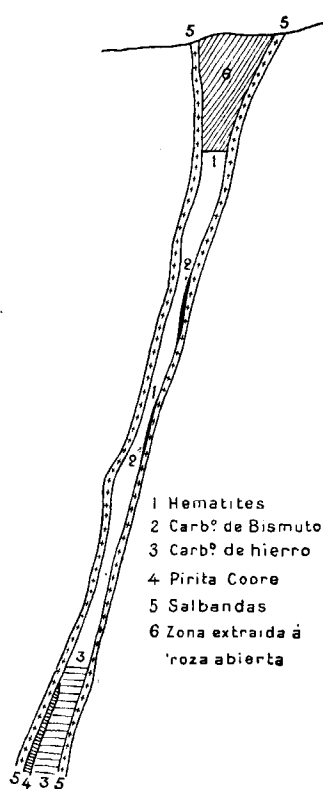


Fig 34.ª

La potencia del filón es en término medio de tres metros con pequeños ensanchamientos que llegan hasta cinco o seis y en sus afloramientos ha aumentado hasta nueve metros. En las figuras 34.ª y 35.ª presentamos secciones del filón. En profundi-

dad se ha reconocido hasta 160 metros. Entre los 130 y 140 metros, la hematites se transforma en carbonato de hierro, y así continúa en profundidad.

Este filón está comprendido entre salbandas arcillosas, como todos los de las zonas reseñadas y en los puntos en que existen estrechamientos se encuentran materiales de relleno de los terrenos estrato cristalinos.

Al costado NO. del filón y entre 50 y 75 metros a partir de la superficie encontramos un pequeño filoncito de carbonato de bismuto, entre el cual se presentan ejemplares de agujas de bismuto nativo.

En el hastial SE. y a la altura de los carbonatos se observa otro filón de pirita de cobre y algún carbonato del mismo metal.

Los minerales, a pesar de estas circunstancias, no son muy impuros; tienen buena ley en hierro del 56 al 61 por 100, y los carbonatos en crudo del 48 y calcinado del 58 al 60 por 100.

No sería extraño que en profundidad este filón degenerase en cobre, sirviendo de caja el carbonato de hierro que hoy explotan como mena, porque por una parte en las mismas condiciones y próximos a este filón se encuentran filones de pirita de cobre, y por otra los minerales de hierro que se extraen del Tesorero tienen todos los caracteres de menas pertenecientes a monteras de filones que en profundidad sean de cobre o plomo.

Muchos ejemplos de esto tenemos en toda la provincia para que se deba considerar como casi segura esa hipótesis, por las mismas razones que bajo los carbonatos de hierro de Sierra Alhambilla existen los plomos, y esos mismos minerales deberían explorarse en profundidad en Lucaenena, pues podrían ser una buena solución para la Empresa de las citadas minas, que terminará en plazo no muy lejano la explotación de los carbonatos.

La diferencia que separa los yacimientos de substitución de los de precipitación no es otra que la calidad del mineral, puesto que en la zona de Serón y Baccres, al lado de las masas y capas ferríferas, reconocemos filones en las micacitas análogos en un todo a los del Tesorero que hemos tomado como ejemplo, y parecería al verlos unidos que pertenecían a una misma formación a no fijarse en la calidad de los minerales que los distancia, por ser los primeros completamente puros y estar ya los segundos mezclados con elementos que, como el cobre, no son beneficiosos. Es lógico suponer, por consiguiente, que las aguas mineralizadoras no han sido las mismas y las formaciones por tanto no han sido simultáneas a pesar de que ambas han sido posteriores a la época triásica.

Los yacimientos por precipitación tienen analogías con todos los criaderos metalíferos de la provincia, y por esa causa suponemos que todos corresponden a la misma formación que ha sido general en casi la totalidad del Sur de España.

Si consideramos los de sustitución vemos que son un fenómeno más local y que están poco extendidos en la provincia, agrupándose en este espacio de Sierra Filabres, y característicos de la zona de Serón y Bacares, que es donde el mineral se presenta en toda su pureza, pues conforme nos separamos de ella los minerales van disminuyendo de ley hasta hacerse verdaderamente inexplotables.

Teniendo en cuenta lo anteriormente dicho, podemos considerar como centro de formación la zona de Serón y Bacares, al cual han venido a fluir las aguas mineralizantes, y nuestra hipótesis explica la diferencia de ley de los minerales admitiendo que el levantamiento montañoso de la sierra ha tenido lugar cuando esta formación estaba efectuándose, por lo cual al quedar al descubierto en algunos sitios la capa de mármoles han encontrado salida las aguas y no han terminado de metalizar zonas como la de Macael, cuya importancia hubiera sido enorme de haberse verificado por completo la transformación.

Por último, la edad aproximada de las formaciones la podemos determinar, porque el levantamiento ha sido anterior al jurásico, que está depositado al Norte de Serón en la sierra de Periate y próximo a Baza en el cerro Jabalcón; luego han tenido que verificarse entre el triás y el jurásico, ya sea en el lías o a comienzos del jurásico, por ser del tramo superior los depósitos antes citados.

Yacimientos de otros metales.

Tienen hasta hoy poca importancia por no estar reconocidos en debida forma los afloramientos de los filones, pero es posible que en el porvenir sean beneficiables los yacimientos de plomo de que hablaremos.

Existen criaderos de cinabrio en el término de Bayarque, de los cuales se han extraído y destilado *in situ* por los antiguos algunos minerales. Los trabajos que se encuentran son pequeños y nunca debió haber explotación en cantidades grandes porque sólo quedan restos de un horno de reducidas dimensiones. El mineral se encuentra en filones, cuyas direcciones concuerdan con los reseñados de hierro y están encajados

en los filadidos arcillo-talcosos del triás. Tiene una potencia de 60 centímetros por término medio y el mineral es bastante suco, pues las vetillas del cinabrio están serpenteando entre los productos de relleno de la grieta, procedentes de las capas triásicas superiores.

En término de Bayarque y muy próximos a los anteriores se hallan también yacimientos de cobre.

En la cueva de la Paloma existe un filón en forma de rosario, encajado entre la calizas y dolomías del triás y que en profundidad atraviesa las launas. Su dirección es N. 40° O., con buzamiento de 47 a 50 grados al NE. Las salbandas son arcillosas, y el mineral está constituido por sulfoarseniuro de cobre que ocupa el centro del filón, y a ambos lados de éste, hidrosilicato del mismo metal al contacto con las salbandas.

De esta mina también se ha extraído mineral, pues de los trabajos ha nacido la cueva indicada y quedan restos de casas y depósitos de mineral. La potencia media es de 80 centímetros, y en la cueva ha habido un ensanchamiento que llegó a tener unos tres metros de ancho por seis de altura formando una lenteja.

De plomo se encuentran criaderos en los términos de Lucar y Somontín, formados también por filones en las launas que presentan buen mineral, aunque algo mezclado en la superficie. Tienen la misma dirección y buzamiento que los de cobre antes citados, y el plomo se encuentra con carbonato de cobre y óxido de hierro en la mayor parte de los afloramientos. Respecto a estos yacimientos, como no tienen labores ningunas, nada puede decirse acerca de su importancia en el porvenir.

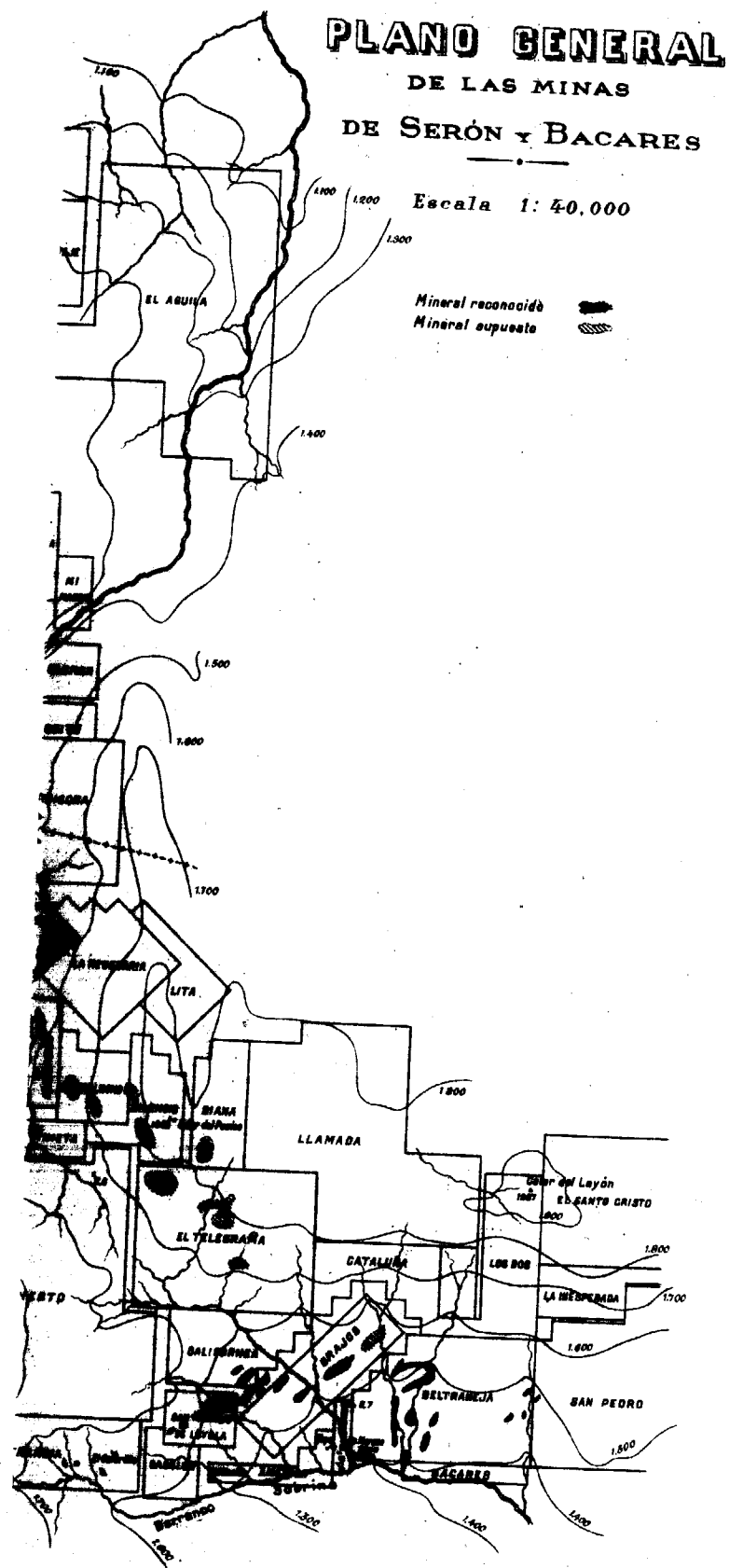
Por último, como un elemento de riqueza en el país debemos señalar las canteras de mármol de Macael y Olula del Río, que están en explotación y otras muchas que se encuentran vírgenes en Purchena, Cercos y Sierro. Los mármoles son estrato-cristalinos, blanco, ligeramente azulado, sacariodeos y muy compactos, que sólo sirven para bloques de construcción y tablas, pero no para escultura por su dureza y compacidad. Estas canteras están en actividad hace mucho tiempo, pues hay algunas agotadas que en tiempo de la conquista de Tíjola y Macael por D. Juan de Austria, se trabajaban ya, pues sirvieron para campamento de las tropas cristianas unas de ellas.

La Cantera de la Reina, según la nombran, que está frente al lugar que ocupaba el pueblo antiguo de Macael, sirvió, según la tradición, de punto alto para hostilizar a los sitiados.

De estas canteras se extraen grandes cantidades de piezas de mármol, y sería una gran riqueza para el país si la extracción se hiciese en buenas condiciones, porque los frentes de las trincheras están en muy malas y no pueden obtenerse piezas de dimensiones grandes por no trabajar conforme a un plan preconcebido. Por otra parte, los caminos, si así pueden llamarse, son de lo peor del país, y los transportes, muy caros y difíciles, y para terminar, sólo hay una fábrica de aserrar, movida mecánicamente y con una instalación pobre, pero moderna; las restantes, que son más de 30, están en el río de Olula y tienen todavía las sierras de cortar como hace varios siglos estarían dispuestas, sin que haya nadie que se atreva a modificar las instalaciones hechas por sus antepasados.

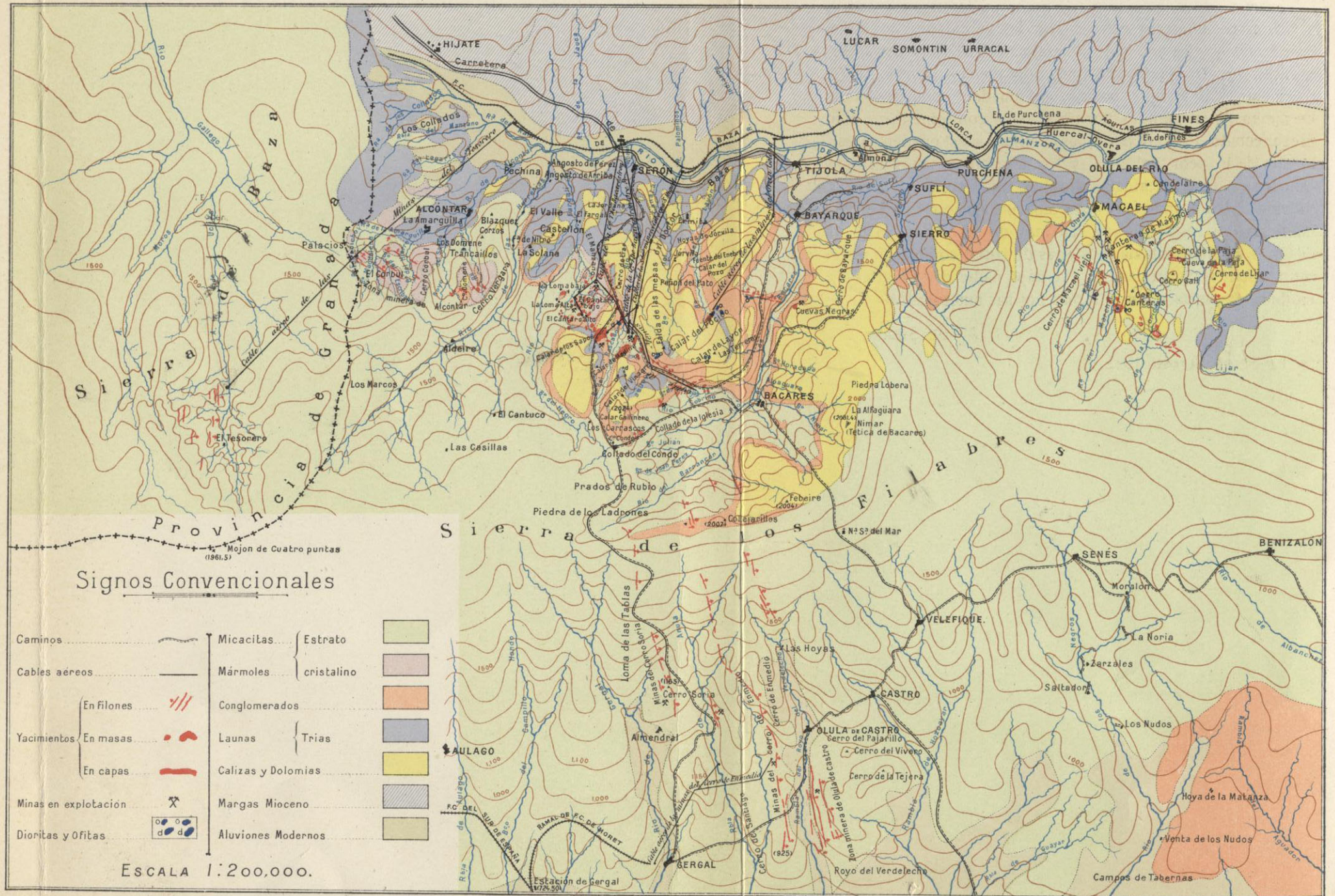
A. DE SIERRA

En Serón, Agosto 1912.



PLANO GEOLÓGICO DE LA SIERRA DE LOS FILABRES

Por el Ingeniero de Minas D. ALFONSO SIERRA.





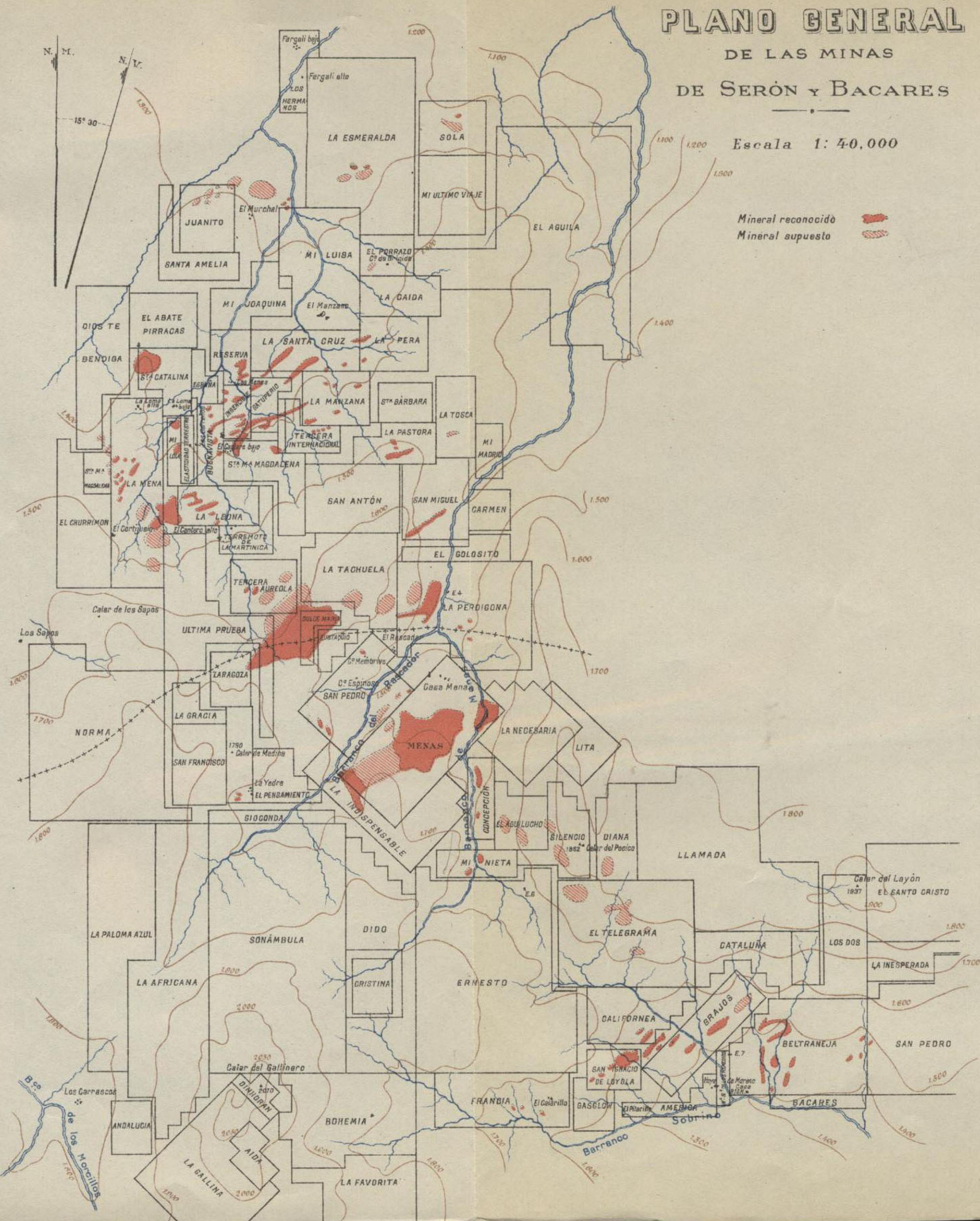
PLANO GENERAL

DE LAS MINAS
DE SERÓN Y BACARES

Escala 1:40,000

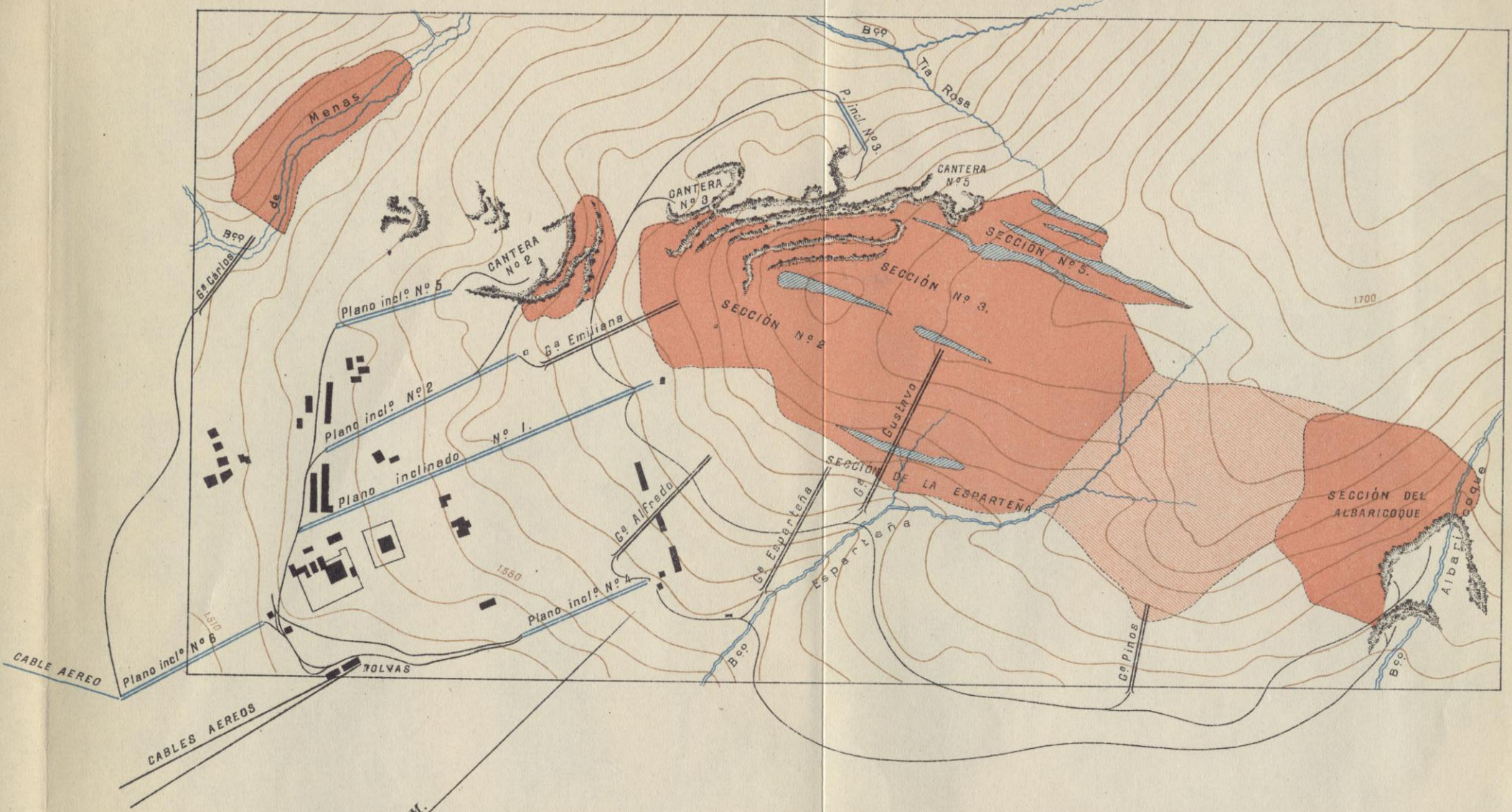


Mineral reconocido 
Mineral supuesto 





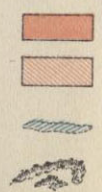
MINA "MENAS"



Escala 1: 5,000.

EXPLICACIÓN

Mineral reconocido
 id no reconocido
 Partes estériles
 Frentes de cantera



Galerias generales de transporte
 Vias de servicio exteriores
 Edificios
 Curvas de nivel



FÓSILES DE GALICIA

NOTA
SOBRE LA FAUNA PALEOZOICA

DE LA

PROVINCIA DE LUGO

POR

P. HERNÁNDEZ SAMPELAYO

En su descripción geognóstica del Reino de Galicia, en el apartado B sobre las pizarras, dice don Guillermo Schulz: "He encontrado en esta pizarra algunas petrificaciones características del terreno de transición, como son los Trilobitos y Ortoceratitos y algunos pólipos; pero en lo general son las petrificaciones sumamente escasas en Galicia; sólo las hallé en las cercanías de Nuestra Señora de la Puente, entre Mondoñedo y Rivadeo; al S. de Santé he descubierto en esta pizarra algunas plantas petrificadas de la forma de la espadaña.

"En los referidos dos puntos he notado también algunos indicios de conchas bivalvas petrificadas, pero muy poco pronunciadas.,

Barrois, en su parte paleontológica señala *Scolithus* y *Crucianas*, sin concretar especies para estas últimas, y en su corte de Castroverde a Grandas de Salime por Fonsagrada, dice: "Avanzando hacia la Fontaneira los bilobites desaparecen, pero se encuentran en la arenisca numerosos *scolithus linearis*, así como impresiones vagas que me parecen referirse a *Lamelibranquios*.,

Hasta ahora éstos son los únicos datos sobre la fauna paleozoica de esta provincia.

Realmente la generalidad de los escasos restos de fósiles son malos y están deformados. El fuerte y extendido metamorfismo, los intensos efectos del enérgico plegamiento; y la uniformidad de los pliegues isoclinales hacen que estos estratos primarios se nos presenten borrosos e indescifrables; por eso pretendemos figurar su fauna cuando la describamos confiados en recoger mejores ejemplares para entonces. Pero este trabajo, necesariamente pacienzudo, tiene que ir enlazado con el de la rectificación de las manchas del plano, y por ser más lento, y estar así dispuesto, tiene que ser posterior al estudio de los minerales de hierro de esta provincia.

Tales razones son suficientes para justificar el avance que damos, pero aun quedan avaloradas por la gran importancia industrial que se puede derivar de los argumentos paleontológicos, teniendo en cuenta la riqueza en yacimientos de hierro que encierra esta zona, y los cuales son horizontes geológicos bien definidos, que en un notable estudio, próximo a publicarse, serán expuestos para la parte de Asturias por nuestro eminente Director Sr. Adaro.

Nos proponemos, pues, sencillamente anticipar una lista de valor estratigráfico con algunas observaciones.

Respecto a las localidades daremos indicaciones generales, citando únicamente los sitios o parajes en que hayamos encontrado los ejemplares mejor conservados.

ALGAS Y PISTAS

(A) EN LAS CUARCITAS.

- 1, *Fucoides graphica?*, Hall..... Ribadeo.
- 2, Organismo figurado y no descrito por Nery Delgado en su obra *Terrains paleozoiques du Portugal*. Lám. 18, figura 3.^a..... Ribadeo.
- 3, *Foralites Dubius*, Del..... Altos de la Cruz.
- 4, *Foralites gracilis*, Del..... La Hermida, Riotorto, Larmarcide, etc.

- 5, *Foralites Pomelí*, Rou..... La Hermida, Villaodrid.
- 6, *Paleochorda marina*, Emmons.. La Hermida, Riotorto, etc.
- 7, *Chondrites-Palaeophycus irregularis*, Hall..... San Tirso.
- 8, *Cruciana Schulzi*, (n. sp?).... San Tirso.
- 9, *Panescorsea*, Sap..... Orrea.
- 10, Figurado y no descrito por Delgado T. p. du P. Lám. 20, figura 6.^a..... Caurel.
- 11, *Cruciana Montpelliensis*, Sap.. Castrelo.
- 12, *Cruciana Nathorsti*, Del..... Beche, Miranda.
- 13, *Cruciana Neryi*, (n. sp?)..... Altos de Miranda.
- 14, *Cruciana furcifera*, d'Orb..... Muy frecuente.
- 15, *Cruciana Prevosti*, Rou..... Navallos.
- 16, *Cruciana rugosa*, d'Orb..... Castrelo.
- 17, *Cruciana Bieirensis*, Del..... Castrelo.
- 18, *Cruciana Goldfussi*, Rou..... Frecuente.
- 19, *Cruciana Cordieri*, Rou..... Navallos, Barcia.
- 20, *Corpora incœrte sedis*..... Castrelo.
- 21, *Scolithuus linearis*, Hall..... Muy frecuente.
- 22, *Scolithuus Barroisi?*, Barrois... Sobredo.
- 23, Figurado y no descrito por Delgado T. p. du p. Lám. 24, figura 3.^a..... Robledo.
- 24, *Vexillum Halli*, Rou..... Miranda (Caurel).

Referimos a este apartado, el título del cual damos englobado para evitar todo rastro de discusión respecto al origen de los fósiles en él comprendidos, las *Crucianas*, *Scolithus*, *Tigilites*, *Chondrites*, *Vexillum*, *Fucoides*, *Paleochorda*, etc.; es decir, los que se podrían llamar típicamente fósiles de las cuarcitas.

Casi todos están comprendidos en las psamitas de la parte alta del cambriano (Postdamiense) y en la gran cuarcita de entrada del Ordovicense (Gres de Cabo Busto de Barrois).

Algas, pistas o una y otra cosa, son de un valor inestimable para orientar a grandes rasgos en estos terrenos primarios; tienen, en efecto, según hemos hecho notar, las condiciones de fósiles característicos, abundancia, fácil distinción y poco reparti-

miento vertical, y aun encontramos a favor de las crucianas una circunstancia especial, y es que colocadas *in situ*, su plexo indica la superficie inferior de la capa que las contiene.

Este grupo fosilífero es muy interesante precisamente desde el punto de vista de su manera de yacer. La disposición de estas trazas de organismos respecto a los estratos es, o perforante, o dispuesta según los planos de sedimentación; tipo de los primeros son los *vexillum* y los *scolithus*; todos los demás se agrupan en la segunda clase. En los *scolithus* se aprecia bien el trabajo de perforación de los organismos en las antiguas playas, perforaciones que fueron verticales y pareadas (unidas por su fondo), lo que da el aspecto peculiar de estar plagadas de botones de la misma roca a las cuarcitas que los contienen en gran cantidad; los *vexillum* mineralizados en cuarzo o con la misma masa de la roca presentan en general, idéntica colocación perpendicular a los estratos; en ambos casos es la distinta disposición de la materia silícea la que destaca el fósil, y ambos son silurianos, en general del Ordovicense. En la segunda serie, dispuestos según los planos de sedimentación, se puede considerar como carácter genérico estar moldeados en cuarcita, pero impresos en una lámina más o menos tenue de pizarra arcillosa; como caso excepcional recordamos entre las *crucianas* alguna descrita por Delgado dentro de una masa de arenisca.

Aun en esta serie plana la mayor o menor profundidad con que los organismos penetraron en los fondos limosos en que se apoyaban, parece conservar una significación; son los más superficiales los *fucoïdes*, *tigilites*, *foralites*, *chondrites* y *crucianas* de las capas del postdamiense, mientras que se bombean hasta presentar sus dos planos laterales al plexo y acuchillados, las *crucianas* más altas. El género *Rhysophycus* de Hall que a veces recuerda remotamente a parte de gruesas crucianas de las especies *rugosa*, *Prevosti* y quizá *Torrubiæ* está siempre, según Delgado, en un horizonte superior al de las *crucianas*.

¿Podrá representar la mayor facultad de penetración un rasgo de perfeccionamiento en estos antiguos organismos? Nos parecería lógico que razones de evolución sirviesen para guiarnos entre las obscuridades de estos discutidos moldes; por lo menos en general y como empírico, sirve el carácter que damos para hacernos una primera idea de su nivel.

Las crucianas más abundantes, con gran diferencia, son la *furcifera* y la *Goldfussi*; pero con relativa frecuencia se encuentran todas las especies citadas en la base del Ordovicense, y es precisamente esa frecuencia la mejor demostración de ese nivel. Indicaremos para aclarar este concepto que por las magníficas condiciones de conservación que tiene la cuarcita en que mineralizan estos moldes, se encuentran sueltos muchas veces; varias en esta forma hemos recogido al pie del horizonte de cuarcitas que suponemos equivalentes a la de May, y de referirlos a ellas nos encontramos con dos niveles distintos de crucianas, pero la profusión de restos fosilíferos, sueltos o no, es propia y característica de la entrada del siluriano, constituyendo un dato empírico de valor. Todas las especies de crucianas que indicamos se ajustan bien a las descripciones de sus autores y a la revisión que de gran parte de ellas hizo Nery Delgado en su obra *Bilobites de Portugal*. Entre las recogidas por nosotros creemos encontrar dos especies nuevas.

Cruciana Schulzi (n. sp.?) Lám. XII. San Tirso.

Está formada por dos lobs simétricas, planas ó muy ligeramente abultadas, unidas por un surco poco señalado como de dos milímetros de anchura, y cubiertas con una serie de costillas muy rectas y formando un ángulo muy agudo (de 5 a 10°) con el eje del surco; son bien paralelas y su separación es próximamente de milímetro y medio. Hacia el arranque del ejemplar y en una de las lobs se ven algunas costillas cruzadas con las anteriores y semejantes a ella; por lo demás el plexo carece del enrejado que suele ser tan característico, dando la sensación de un estriado bien definido y recto; esto y la poca separación angular de las costillas con el surco, forman su mejor carácter. Carece lateralmente de tabiques o cordones terminales; hacia el final se ensancha el surco y se difuminan las costillas. En varios sitios de la superficie de sus lobs tiene algunas marcas elípticas como cicatrices en que hubiesen estado fijados tallos, y como en su extremo y proximidades haya restos de *paleophycus* es difícil sustraerse a la idea de que hayan sido éstos los cuerpos fijados. La anchura de cada loba será, próximamente, de 15 milímetros.

Las especies que se podrían considerar más afines son la *Montpelliensis*, Sap y la *Nathorsti*, Del, ambas son planas y del tipo «*furcifera*», con lo que queda dicho que les separa una diferencia radical por no existir en ella la red más o menos alargada que adorna en éstas su plexo. Las costillas de la *Montpelliensis* son sinuosas o aun onduladas, parecen en parte desagregadas, se cruzan y se superponen las de dos o tres planos diferentes, siendo paralelas las de cada plano. En la *Nathorsti*, el surco aunque bien marcado se ensancha hacia el extremo y parece ser como el final del fósil; las costillas, aunque onduladas, están claramente separadas y sin arrugas oblicuas, difuminándose en el liso cuando el surco central se ensancha. Estos son los caracteres más análogos que las dos especies presentan con la nuestra, pero son muy diferentes los ramalazos de costillas finas y onduladas, que en la *Montpelliensis* montan sobre las principales, del cruzado de estrías rectas en un extremo de nuestro ejemplar, así como el final redondeado y difuminado de la *Nathorsti* es inconfundible con el esfumado siempre recto del que describimos.

No hemos logrado encontrar figurada ni descrita ninguna especie parecida, la suponemos nueva y la dedicamos a la memoria de D. Guillermo Schulz.

Lo mismo creemos de la cruciana (Lám. XIII, figura 1.^a).

Es del tipo *Goldfussi* bastante plana, el surco central es tan ancho como una de las lobs; y así corre a todo lo largo del ejemplar; aunque planas, tiene cordones laterales. De la parte interior de una de las lobs se ve claramente bifurcarse un tallo.

Lo verdaderamente curioso de esta cruciana es que a partir de la loba que tiene el tallo y hacia el exterior (pues no se ve en la parte superior el cordón lateral) tiene pegados, en sentido de su longitud, otros tres cuerpos iguales a ella, que se diferencian entre sí por ligeros surcos y que tienen dirigidas en el mismo sentido todas las costillas que se conservan en sus plexos.

No vemos fácil explicación para este hecho en la teoría de pistas.

Prescindiendo de estos cuerpos análogos a una loba y pegados a una de ellas, es decir, no teniendo en cuenta sino la cruciana con sus cordones laterales, encontramos que es a la *Cordieri* de Rouault a la que más se asemeja, pudiendo conside-

rarse como una variedad, bien caracterizada, por la gran anchura constante del surco medio. La llamamos de Nery como nombre específico en recuerdo de agradecimiento a las magistrales obras de J. F. Nery Delgado.

En estas antiguas playas silurianas se encuentran restos problemáticos, en su origen y organización, representados por diversos moldes que en realidad sólo de un modo superficial contestan a la constante incertidumbre que nos acompaña en estos terrenos primarios muy metamorizados. Contribuye a ello la aparición brusca de este numeroso conjunto de pistas y algas; por eso y antes de poder aclarar el sentido de alguna de tales «*incoertae sedis*», se hace preciso en primer lugar la reunión de una serie de objetos análogos que aclaren y confirmen no se trata de una impresión caprichosa y fortuita moldeada en la arena; este criterio explica las figuras sin descripción.

Los números 2, 10 y 23 de nuestra lista los encontramos figurados en la obra *Terrains paléozoïques du Portugal*, del señor Nery Delgado; en el número 20 Lám. XIII, fig. 2.^a representamos unos curiosos cuerpecillos que por su forma y analogías con otros señalados por Delgado—los *Bilobites* de Portugal—, Lám. II, fig. 1.^a, quizá equivaliese a zoosporos o sporangios reproductores de algas.

Los demás organismos no merecen indicación, salvo los *Scolithus*, que en el número 22 llamamos de Barrois; nos mueve a dar esta denominación la gran diferencia que encontramos entre los *Scolithus* figurados por Hall con el nombre de *linearis* y los representados por Barrois en su *Recherches sur les anciens terrains*, etc., pl. 5, figs. 2 y 3, con el nombre de *Scolithodème* de Cabo Peñas y Tornin. En nuestro ejemplar los tubos anillados son blancos de materia talcosa; todos los demás *Scolithus*, entre los numerosísimos que hemos visto, se referían al tipo de Hall. Es posible que con el intenso meteorismo hayan desaparecido los tubos exteriores de las indudables perforaciones que representan los *linearis*, pero no vemos razón para generalizar y menos para equipararlos a los *verticillipora*; no insistiremos en este punto fuera de lugar y conservaremos la diferencia de nombre por representar una distinción muy fácil y práctica, la existencia o no de tubo anillado en estos aun problemáticos seres.

(B) ALGAS EN EL ORDOVICENSE INFERIOR

I. EN LOS MINERALES

- 25, *Girvanella* problemática, Nicholson. Villaodrid.
 26, " filosa? (n. sp.), Cayeux. "
 27, *Corpora incoerte sedis* (afines a las *Girvanellas*). "

Subordinado a las cuarcitas de la base del Ordovicense, aunque variando algún tanto en los diferentes sitios su posición relativa respecto de ellas, hemos podido comprobar hace tiempo un horizonte, sencillo o múltiple, de minerales oolíticos, confirmando así la idea que expusimos años atrás respecto a la inexactitud de calificación, cometida por técnicos y prácticos, al considerar como filonianos los criaderos ferríferos de esta región. En una porción de este horizonte (1) están enclavadas las minas de Villaodrid, los minerales de las cuales sirven de yacimiento a las *girvanellas*, género que creemos citar por primera vez en España.

Son estos fósiles unos tubos microscópicos vermiformes, flexuosos, de sección próximamente circular, lisos lateralmente y, en general, sin bifurcaciones ni divisiones transversales. Los encontramos enlazados con los oolitos o esparcidos y apelotonados, formando pequeños campos en los minerales silurianos. (Láms. XI, XIV, XV, XVI y XVII, fig. 1.^a). (2)

Descubierto este género por H. A. Nicholson y R. Etheridge en 1878 en la caliza del siluriano de Girvan (Ayrshire) se reconoce hoy en muchas calizas oolíticas silurianas y jurásicas. El hecho de encontrarlas últimamente Cayeux en los minerales de Ferrière aux Etangs, secundado por nuestro descubrimiento en los minerales oolíticos de la provincia de Lugo les concedo un gran interés, pues es indudable su intervención en una de

(1) Se sale de nuestro cuadro la comparación de los ya numerosos depósitos análogos y sincrónicos, así como la fijación de sus características oolíticas.

(2) Debemos estas fotografías y la de los minerales oolíticos a la amabilidad del ilustrado metalurgista, capitán de Ingenieros, D. Lorenzo de Angel, a quien desde aquí reiteramos nuestro agradecimiento.

las numerosas fases de la formación de estos criaderos, punto que desarrollaremos más adelante.

La acertadísima denominación de *problemática* que le dieron Nicholson y Etheridge cuadra aún hoy perfectamente con lo poco preciso que se sabe respecto al origen y condiciones de vida de los seres que originaron estas trazas orgánicas. De los autores que hemos podido consultar, entre los que citan y figuran las *girvanellas*, y principalmente del bonito estudio que les dedica Cayeux, recogemos los datos de su historia.

Nicholson y Etheridge en el 1878 la refieren a los *Rhizopodos* con el nombre de *Girvanella problemática*; en el año 1882 son descubiertos en el horizonte de Indiana e identificados por Miller a los *Stromatoporos* con el nombre de *Stromatoceerium richmondense*; en el 84 Brady los considera unidos a un género de *Rhizopodo* reciente y especialmente a *Hyperamina vagans*, que viven en la superficie de las conchas y en su ausencia se repliegan sobre sí mismos en masas irregulares; si John Murray los supone otro género de *Rhizopodos*, dragados también por el Challenger.

Tubos análogos son reconocidos el 85 por Seely, quien los refiere a una *esponja calcárea* libre compuesta de pequeños canales enlazada con los oolitos y caracterizada por una estructura concéntrica. J. G. Bornemann los describe en el cambriano de Cerdeña con el nombre de *Siphonema* y los considera como *algas* aliadas a formas vivientes subaereas. Los *Siphonema* y los *Streptochælus* han sido identificados a las *gironellas* por G. J. Huide.

Walcott el año 89 las figura y describe entre la fauna de *Olenellus*, sin decidirse a fijar su puesto en la escala zoológica, inclinándose sin embargo hacia la opinión de Seely. Desde el 89 al 95 Wethered en varias memorias estudia la relación de estos fósiles con los oolitos y pisolitos, llegando hasta la atrevida conclusión de que estos cuerpos no son concreciones, sino resultantes del crecimiento y del arrollamiento de tubos de *girvanellas* alrededor de núcleos que, más o menos redondeados en el origen, fueron restos de *foraminíferos*, *crinoides*, etc. Cayeux en el 909 investiga brillantemente sus relaciones con los oolitos del mineral de Ferrière aux Etangs y siguiendo la corriente dominante se inclina a considerarlos como *algas* deduciendo que

fueron organismos fijados como *parásitos* en el interior de los oolitos y que su papel fué perforante y destructor de la textura oolítica. Por lo generalizado del hecho es innegable que guardan relación estos organismos con las formas oolíticas.

Indudablemente el aspecto más interesante de estos restos es llegar a poner en claro la función que cumplieron y en cuál de las fases de la formación caliza o ferruginosa, pues su existencia ya representa un dato a favor del primer origen calizo; es sin duda también este mayor interés el que nos hace recordar que nuestro propósito de momento es únicamente contribuir á la lista de especies paleozoicas de nuestra zona en estudio.

Presentación de las girvanellas.—Circunscribiéndonos a los minerales vemos una gran diferencia entre su presentación en las de Ferrière aux Etangs y las que hasta ahora hemos encontrado en Villadrid. Las de Cayeux aparecen en los oolitos de dos modos, en secciones como puntos muy variables en diámetro, o en secciones vermiformes en la parte vista, o bien en el mismo oolito se simultanean estas dos presentaciones sin que se pueda apreciar la forma de unión de unas con otras; disposiciones de arrollamiento plano no se presentan nunca.

Las secciones son particularmente abundantes en una zona próxima a la periférica, entrando pocas veces hasta el centro; en cuanto a los núcleos, son, desde este punto de vista, de dos clases: unos, los más numerosos, han sido invadidos al mismo tiempo que los oolitos de que dependen, mientras que los otros estaban ya perforados cuando fueron englobados en los oolitos. Algunas veces las girvanellas pasan de un oolito a otro, no teniendo que insistir más ni referimos a casos particulares para apreciar la diferencia.

Las girvanellas que he podido ver en los minerales de Villadrid se presentan y desenvuelven de un modo independiente a los oolitos; ésta es la regla, aunque alguna vez se pongan en contacto con la zona cortical de ellos. Ocupan de preferencia cuerpos estrechos y alargados que a modo de islotes se encuentran muy regularmente distribuidos en algunas clases de mineral y que parecen participar de disposición fluidal con los oolitos.

Algunas veces la materia que mineraliza estos cuerpecillos, parece ser uniformemente el ópalo, pero otros están invadidos por la masa corpuscular cloritosa o hematizada. Los tubos sobre

los campitos que los contienen, o en los espacios iteroolíticos (Lám. XVII, fig. 1.^a) no están muy marcados, pero se aprecian bien; su mineralización da caracteres ópticos de un carbonato con algunos corpúsculos de clorita; pocas, pero alguna vez, se presentan los tubos hematizados.

Especies.—Las características de estos tubos, en general lisos y de diámetro uniforme, no pueden fundarse más que en su forma y en la relación de la longitud a su diámetro.

Girvanella anómala.—Nicholson y R. Etheridge la definen así: "Tubos microscópicos, de paredes arenáceas o calcáreas, flexuosos o contorneados, de sección circular, formando masas sueltas o compactas. Los tubos son aparentemente cilíndricos, simples, sin perforaciones en sus lados y sin divisiones internas u otras estructuras de clase análoga."

Tomando como tipo las representadas en la lámina de Nicholson, esta definición se ajusta bien a todas las girvanellas que hemos visto figuradas, incluyendo entre ellas a algunas de las de Cayeux. Sometiéndolas á nuestras características, encontramos que respecto a la *figura* sus flexiones no son violentas, sino más bien suaves, tendiendo con frecuencia a formar medios círculos, y siendo muy general que empiecen y terminen su encurvamiento del mismo lado, con o sin inflexión intermedia.

La relación del diámetro a la longitud es muy variable y esto se comprende bien considerando que el plano de la preparación las puede seccionar de cualquier modo desde un círculo, como sección normal, hasta contenerlas en plano en toda su longitud; en las distintas láminas y en las nuestras las relaciones máximas han variado hasta 1/40.

Las variaciones en el diámetro verdadero de nuestras girvanellas son de 4 μ (micrones) a dos centésimas de milímetro siendo la mayoría de 6 á 8 μ .

Hemos de anotar dos casos de excepción observados que no entran en la definición general: uno se refiere a girvanellas bifurcadas (fig. A) y el otro a rápido cambio de diámetro (fig. B) dentro de un mismo individuo de poca longitud; los calcos adjuntos nos evitan su descripción. Ninguno de los dos casos cambia la idea que de los



(Fig. A.)

seres originales se pudiese tener, pues ambos pueden ser producidos al aprovechar en sus recorridos unos organismos los conductos labrados por los anteriores, modificándolos en su dirección o ensanchándolos según los casos.



(Fig. B.)

Sin prejuzgar, haremos constar finalmente que algunas líneas exteriores de la zona periférica de los oolitos, aunque casi nunca en todo su recorrido, están bastante más separadas que las finas líneas de concentricismo de la zona cortical y dispuestas en bocel dando una silueta, a veces bien definida, semejante a la de una girvanella íntimamente adaptada a la superficie del oolito; esto suele ocurrir más bien cuando la zona externa está hematizada.

Girvanella filosa (?) (de Cayeux).—Unidas a las girvanellas clásicas encontramos otras que se diferencian bien de ellas. Su figura es muy filosa o vermiforme, el recorrido suele ser largo y muy flexuoso, sus encorvamientos é inflexiones son muy variables y a menudo violentos y caprichosos como algunos en tirabuzón. Se enlazan unas con otras formando verdaderos ovillos, en la confusión de los cuales se hace difícil seguir el trazado de un tubo determinado. *La relación del diámetro a su longitud* varía mucho, pero en algunos de los casos hemos podido comprobar relaciones muy próximas de 1 : 300; es imposible marcar término medio, pues se presentan en toda clase de longitudes y en condiciones difíciles de seguir; su aspecto es siempre filamentososo, y su diámetro verdadero en nuestras preparaciones parece de dos μ como término medio.

La silueta filosa y retorcida de esta delgadísima y larga girvanella la distinguen fácilmente de la *anómala*, y sus caracteres se ajustan mejor a los dados por Cayeux como fundamentales. «He referido a las girvanellas tubos extremadamente finos y no ramificados cuya existencia está íntimamente unida a la de los oolitos. Provistos en el origen de una pared propia, ordinariamente muy espesa, y de un canal muy estrecho que la fosilización ha obliterado, son hoy verdaderos filamentos, en el interior de los cuales no se observa ninguna traza de tabiques (de *coissonnement*...), y más adelante, «estos filamentos no son jamás rectilíneos, sino irregularmente ondulados, contorneados, replegados y arrollados sobre sí mismos; en una palabra, de as-

pecto vermiforme, una parte de los cuerpos oolíticos los muestran entrelazados confusamente y apretados al punto de constituir un verdadero tejido.,.

En la mayoría de las figuras de Cayeux se siguen mal las siluetas de estos tubos, estando en general representados por innumerables secciones circulares, distribuidas de preferencia en la parte externa de la zona cortical; sin embargo, en los pocos casos en que se ven secciones planas parecen distinguirse dos especies, lo que sin tratar de determinarlas, sospecha Cayeux.

Como término medio tienen dimensiones mayores que las de Villaozdril; así entre las girvanellas de Ferrière la que consideramos como anómala, varía en su diámetro de 8 μ a 40 centésimas de milímetro, siendo de unas 20 el diámetro medio. Las que por su diámetro representasen a las filosas varían de cinco a ocho μ (micrones).

En un solo caso parece poderse apreciar la relación del diámetro a la longitud (Lám. XIX, fig. 33), es una girvanella vermiforme que perfora un oolito; la relación por lo menos es de uno a 80 como en el grupo de filosas.

Las dos separaciones específicas que hemos tratado de establecer se podrían definir esquemáticamente diciendo que unas eran cortas, gruesas y suavemente flexuosas, mientras que las otras son largas, delgadas y retorcidas. La distinción entre ellas suele ser muy clara.

En la Lám. XVII, fig. 1.^a vemos cómo una filosa aumenta de diámetro como si estableciese un tipo intermedio de enlace, y si con una serie de ejemplos se pudiese lograr toda una escala paulatina, habría que reconocer, como extraño, el caso general de aparecer reunidos los extremos de la serie sin los tipos intermedios.

Incertae sedis.—Incluimos a continuación de las girvanellas unos cuerpecillos que con el mismo perfil y tamaño de la anómala, y unidos a ellas en los islotes interoolíticos, presentan en su interior y con regularidad divisiones por tabiques transversales. No obstante la analogía de figura y presentación, este carácter la separa radicalmente de las girvanellas. Encontramos dos clases de individuos, unos más grandes y rectos con las cámaras alargadas en el sentido de su longitud (Lám. XV, fig. 2.^a) y otros muchos más pequeños flexuosos con las celdillas casi re-

dondeadas e iguales y dispuestas en contacto (Lám. XV, fig. 1.^a)

Hasta encontrar mayor número de individuos que por sus formas y disposición permitan establecer relaciones de comparación no resulta fácil la clasificación de estos microscópicos fósiles en la serie zoológica. Suponiendo que los tubos nodulados sean individuos completos, o trozos semejantes a ellos, recordarían en algún caso a los *foraminíferos* en sus géneros *Placopsilina* y *Dentalina*, ya citados desde el siluriano; pero su tamaño es mucho mayor que el de nuestros fósiles, los cuales además no tienen en realidad las formas definidas y ornamentadas, como suele ser la regla en los foraminíferos, sino que el principio y fin de sus siluetas son imprecisos como en las girvanellas, y sencillamente los podríamos suponer prolongados en cualquiera de sus extremos.

La teoría de pistas es impotente en este caso por la presencia de los tabiques, la ausencia de los cuales en las girvanellas era síntoma afirmativo de los conductos o galerías, a tal punto, que como característica es citada, por todos los autores, esta falta de segmentación.

Considerando su semejanza y enlace constante con las girvanellas hay para sospechar que su función debe ser análoga, en el mismo medio, y como en una de las partes seguramente sirvieron de elemento reductor (1), entra en lo verosímil considerar a estos nuevos fósiles como aliados de las algas *Chlorosporas*, aun cuando su tamaño sería mucho menor que las especies conocidas.

(B) ALGAS EN EL ORDOVICENSE INFERIOR

2.—EN LAS PIZARRAS

- | | |
|---|---------------------|
| 28, Cilindrites, Heer..... | Mondigo. |
| 29, Expansiones foliáceas (subordinadas)..... | San Tirso, Mondigo. |
| 30, Laminarites Mondigoi, (n. s. p.) | Mondigo. |

(1) Algunos cuerpecillos de celdillas alargadas son muy parecidos a células formando la pared de un microesporangio del género *Sphenophyllum* de las Criptogamas (véase Lám. VII, fig. 5. del trabajo sobre las bacteriacidas de M. B. Renault, presentado en el VIII Congreso Geológico).

En el tramo de las "pizarras de Luarca, se presentan en abundancia y mezcladas con los trilobites de la fauna segunda impresiones que parecen de algas *Chariáceas* y *Laminarias*.

Teniéndolas en estudio y no ocultándonos en la imprecisión de caracteres, aun genéricos, que es propia a estos antiguos e inferiores restos vegetales, no pretendemos una determinación concreta, sino incluirlo en este primer recuento con una sencilla descripción insuficiente a eliminar el sello de vaguedad para alguno de ellos.

Los podemos dividir en dos grupos: en el primero figuran tallos de curvas y bifurcaciones variadas que suelen estar enlazados con expansiones casi redondas de apariencia foliácea y de bordes dendriformes. Las impresiones del segundo grupo son anchas, planas, en cinta y con prolongaciones celulares en forma tubular; son las que referimos a las *Laminarias*.

Cilindrites.—(Lám. XVIII, fig. 2.^a). Son tubos suavemente flexuosos, largos, de pocas variaciones en sus diámetros (de tres a cinco mm.), algunos presentan puntos de inflexión en su figura, otros se bifurcan con ángulos y disposiciones análogas a las señaladas por Hall para los *Bythotrephis* en su Historia Natural de Nueva York y a otros *Paleochondrites*.

El interior está relleno de una tenue masa de hematites, en la cual no se aprecia constitución alguna. Hacia el final de alguno de ellos termina expansionado y con formas exteriores arracimadas, quizá debidas a una compresión muy fuerte.

Las expansiones foliáceas.—(Lám. XVIII, fig. 1.^a). Son planas, casi redondas y en los bordes tienen una zona aureolar de aspecto dendriforme, pues los cortos filamentos radiales que contienen acaban dicotomizándose finamente. Muchas veces están mineralizadas en pirita.

Lo curioso de estas dos clases de impresiones es que con frecuencia se presentan unidas, colocándose las expansiones a lo largo de los tubos que las cruzan próximamente según su diámetro.

Laminarites Mondigoi. (n. s. p.).—El dibujo de estas cintas planas es muy parecido al de algunas *laminarites* y en algún caso tiene semejanza con *Udoteas* vivientes. La materia fosilizante es el cuarzo, pero casi siempre ha desaparecido, conservándose el molde en hueco.

Las células y prolongaciones celulares se disponen en tubos próximamente rectos y del mismo diámetro en su longitud; adosados unos a otros estos tubos por medio de líneas planas y a lo largo, como líneas de crecimiento, se constituye el plexo de la Laminaria. La anchura de estas cintas es muy desigual; desde una sola columna de células hasta la figurada en la Lám. XVII, fig. 2.^a.

Las células son aproximadamente cuadradas o rectangulares, pero sus dimensiones, así como la de los tabiques que la separan son muy desiguales aun tratándose de una misma columna celular. También son bien apreciables las diferencias de anchura entre las distintas cintillas, planas de acodamiento o celulares, que por su reunión forman el *thallo*. Juzgamos superfluo prolongar la descripción hasta que por medio de nuevos ejemplares podamos fijar los verdaderos caracteres genéricos, evitando de este modo los que quizá sólo fuesen específicos o peculiares de los pocos individuos vistos de este grupo.

HIDROZOARIOS (GRAPTOLITOS)

31,	<i>Monograptus colonus</i> , Barrande...	Orrea, Villarmide.
32,	" <i>Hisingeri</i> ?, Carr...	" "
33,	" <i>Latus</i> , M'Coy.....	Orrea.
34,	" <i>Ludensis</i> , Murch.....	"
35,	" <i>Priodon</i> , Bron.....	Gaviais, Beche.
36,	" <i>Flemingi</i> , Salter.....	Orrea, Villarmide.
37,	" <i>Nilsoni</i> , Ba.....	Villarmide.
38,	" <i>Halli</i> ? Ba.....	"
39,	" <i>Dentatus</i> , Ba.....	"
40,	" <i>Becki</i> , Ba.....	Gaviais, Beche.
41,	<i>Diplograptus pristis</i> , His.....	Orrea.
42,	<i>Monograptus convolutus</i> , His.....	"
43,	" <i>Proteus</i> , Ba.....	"
44,	<i>Dymograptus Murchisoni</i> , Bech....	San Tirso Mondigo.

Son frecuentes. Los hemos encontrado en *ampelitas gráficas* de potencia muy variable o en pizarras tiernas y grisáceas, pero casi siempre cargadas de *alunita* que lo suele mineralizar;

algunos hemos visto hematizados y escasos *didymograptus* en pirita.

En los sitios en que se presentan lo hacen con verdadera profusión, pero estando representado un corto número de familias siendo éstas, entre los *Monoprionidæ*, las *Monograptidæ* y *Dichograptidæ* de Lapwort, y la *Diplograptidæ* entre los *Diprionidæ*. El *Didymograptus Murchisoni* lo hemos encontrado siempre incluido en la segunda fauna, en las pizarras de Luarca inmediatas a la cuarcita de Cabo Busto; todos los demás géneros en el siluriano superior.

Dominan con gran diferencia las formas rectas con sus hydrotecas más o menos separadas; el *Priodón* tan característico está poco representado. Los *convolutus* son poco frecuentes, pero no tanto como los *Diplograptus* que se pueden considerar raros; ambos vienen unidos a las formas rectas.

Por los géneros que contienen parece se pueden equiparar bien estas capas carbonosas con los horizontes de graptolites de Wenlock y Ludlow; pero prescindiendo de esto y atendiendo solamente a datos práctico-regionales podrían tomarse como la terminación del Gotlandiense (y más atendiendo a la falta de discordancia en esta parte alta), quedando así el siluriano bien acantonado y definido entre la gran *cuarcita de crucianas* y las *ampelitas monograptus*; ambos horizontes constantes y con características muy peculiares, tanto litológica como paleontológicamente.

CRINOIDES

- 45, *Rhodocrinites verus*, Miller (artejos).
46, Artejos indeterminados.

Sólo hemos encontrado artejos indeterminables en la superficie de una potente caliza que se extiende por los montes de Lózara y sierra de Caurel. Estas calizas parecen estar colocadas sobre una gran masa de pizarras ampelíticas, en las que no hemos tenido la suerte de encontrar *monograptus*, y quizá se la pueda relacionar con la que se encuentra en la orilla izquierda del río en el pueblo de Santiago de Peñalba y en las que hemos recogido a los mismos restos. Sólo uno de estos

parece clasificable, subsistiendo no obstante la indeterminación que sólo dá un artejo.

En unas pizarras muy próximas a esas calizas de Caurel, frente al pueblo de Folgoso, hemos visto señales de *orthis* y en otras sobre Seceda *orthoceras*, y como el artejo de *Rhodocrinus verus* correspondería al tramo Gotlandiense (1), provisionalmente y hasta estudiar la parte estratigráfica, nos decidimos a sincronizarle con esta caliza, posición verosímil según la división que para el siluriano hace el Sr. Mallada colocando la caliza con *crinoides*, como cuarto tramo del siluriano superior, sobre las ampelitas y pizarras con *cardiola*. Equivaldría en este caso la caliza de Caurel a la facies pelágica tan bien reconocida en Cataluña, haciendo constar que está muy poco representada en Galicia.

BRAQUIOPODOS

47, <i>Strophomena expansa</i> , Sow.....	Lodás.
48, » <i>grandis</i> , Sow.....	»
49, » <i>alternata?</i> Sow.....	»
50, » <i>funiculata</i> , M'Coy....	Rillouso, el Acebro, la Fontaneir.
51, » <i>tenuimestriata?</i> , M'Coy.....	Lodás.
52, <i>Leptaena transversalis</i> , Dalman....	Rillouso, Acebro.
53, <i>Orthis sarmentosa</i> , M'Coy.....	Orrea, Riotorto.
54, » <i>hipparionix</i> , Vanuxem... ..	Riotorto.
55, » <i>orbiculares?</i> , Vern.....	»
56, » <i>rustica</i> , Sow.....	»
57, » <i>Berthoisi?</i> , Rou.....	Lodás, Riotorto.
58, <i>Lingula attenuata</i> , Sow.....	Mondigo, Cartea.
59, » <i>elongata</i> , Eichw.....	Mondigo.
60, » <i>quadrata?</i> , Eichw.....	»
61, » <i>curta</i> , Conrad.....	»
62, » <i>crumena</i> , Phillips.....	Pena, Cartea.
63, » <i>Lesueuri</i> , Rou.....	»

(1) El Sr. Mallada cita en su sinopsis el género *Rhodocrinus* en la sola especie *crenatus* como perteneciente al Devoniano; quizá en nuestro caso puedan tener estos *crinoides* el mismo valor, pero no nos atrevemos a ninguna discusión con tan poco fundamento.

En dos niveles se reparten los braquiopodos que hemos recogido, en el ordovicense inferior y sobre las pizarras ampe-líticas del gotlandiense.

En un horizonte inferior las hemos visto entre Seares y Presno (pueblecitos muy próximos a Galicia) en placas de cuarcita sobre la fauna primordial, verdaderas *lingula-flags* que referimos al Postdamiense alto.

Dos, como el de niveles, es el número de familias que representan, los *Lingulidæ* y los *Strophomenidæ*, y la distribución es sencillísima y resulta sintética; las *lingulas* en el ordovicense inferior y en la base de su orden, las *strophomenas* y *orthis* coronando el siluriano y bastante elevados entre los *Apygia*; la distancia de las agrupaciones es grande, geológica y paleontológicamente y fácil su diferenciación.

Sin embargo, conservan características muy distintas en su modo de yacer; las *lingulas* no son muy numerosas en sus grupos, aunque quizá lo sean en su distribución horizontal y vertical; hasta ahora no las hemos encontrado determinables específicamente más que en dos sitios: en las cuarcitas del siluriano inferior de Pena Cartea y en la bien representada fauna segunda de las estribaciones del Mondigo. La mayor parte de las especies de los lingulidos son muy acuminadas en su vértice y de forma más bien alargadas como la *atenuata*, *elongata*, *crumena* y *Lesueuri*.

Los *orthisidos*, acantonados en capas de poca potencia, se concentran á veces en bancos compactos, constituyendo los precursores de las asociaciones coralarías, representan una verdadera faunela, pues recorridas estas capas en unos 40 kilómetros hemos encontrado constantemente excluidos todos los géneros que no sean *orthis* o *strophomenas*. Las formas anchas y planas las hemos recogido desde Recende a Lodás y en gran número en algunas capas de mineral cloritoso-carbonatado, las cuales pasan en algunos puntos a pudingas magnéticas con pequeños cantos de pizarra y cuarcita violada (quizá de origen cambriano) y que estudiaremos detenidamente al ocuparnos de los minerales de hierro. Las encorvadas, marcando el estado adulto (sospechando que en algún sitio el abarquillamiento obedezca al dinamo-metamorfismo), las encontramos en el Acebro, en los castros de Rillouso y cerca de la Fonta-

neira, y son, sin duda, a las que aludía Barrois al hablar en su corte de señales de bivalvos; tienen casi siempre formas alargadas. Entre las planas se determinan bien la *expansa* con sus músculos estriados e impresiones vasculares radiales, la *grandis* y *rústica*, los moldes de los *sarmentosa* e *hipparionix*, así como entre las alargadas parece precisarse la *funiculata*. Por excepción vemos formas de *Hysterolithos*.

Sin embargo, la determinación específica se hace difícil y la interrogación nos acompaña constantemente, en primer lugar por la mala conservación de los ejemplares, incompletos con frecuencia, faltando muchas veces corchetes y áreas, pero principalmente porque entre los numerosos *orthisidos* representados parecen descubrirse tipos de enlace que debilitan la seguridad de clasificación, sospechando como una escala puede enlazar en esta faunela los *orthis stropomenas* y hasta los *streptorhyncus*, de los cuales creemos ver señales.

Afortunadamente en nuestras vacilaciones nos sentimos amparados por un maestro de la evolución, Gaudry, y por la mayor autoridad en braquiopodos, Davisón; este autor eminente, aun pensando que los géneros no evolucionan y son inalterables, dice: «Entre los braquiopodos los pasos de formas son tan numerosos y tan insensibles, que por poco que se opere sobre un número considerable de individuos, se experimenta constantemente la indecisión de saber donde trazar las líneas de demarcación entre una especie y otra y se pierde uno en el laberinto en que se ha tenido la desgracia de penetrar.»

No hemos descubierto discordancia entre las capas que contienen esta faunela y las de graptolites del siluriano alto, y nos inclinamos a sincronizarlas, en parte, con la coronación de este sistema por encontrar alguna de las especies, entre ellas la *expansa*, en este nivel en la sinopsis de Mallada y en las capas de Ludlow; en este caso marcarían la parte alta del tramo que Barrois llamó de Corral. No se nos oculta que hay dos caracteres empíricos de Devoniano, la profusión de braquiopodos y la presencia de la *pudinga* en algunos puntos, siendo más que verosímil la inclusión de islotes devonianos en los sinclinales del siluriano. En último caso, y no habiendo una señal litológica muy marcada, la cuestión esencial lo sería de nombre, confiando en aclararla con investigaciones sucesivas.

PTEROPODOS

- | | |
|-----------------------------------|------------|
| 64, Conularia anómala, Ba..... | San Tirso. |
| 65, Pteroteca consobrina, Ba..... | Mondigo. |
| 66, Hyolites solitarium?, Ba..... | " |
| 67, Styliola clavus?, Ba..... | " |
| 68, Tentaculites?, Schloth..... | Seceda. |

Todos los ejemplares pertenecen al horizonte de las pizarras de Luarca mezclados con los *trilobites* de la fauna segunda. La mayor parte son de formas alargadas, escasean y son confusas las señales que hemos visto de *tentaculites* y *styliolas*.

Los *pterotecas* son más abundantes, aunque sólo los hemos encontrado en las estribaciones del Mondigo. Referimos a la *consobrina* una concha semejante a la figurada por Barrande en su *Syst Silur de la Boheme*, vol. I, suppl-planches, lám. 32, figs. 22 y 23, conserva bien cubierta la vaina triangular y es análoga en la forma curva de las expansiones, como aletas, de las pequeñas alas; pero el borde opuesto a la entrada de la vaina es más recto en algunos ejemplares que en la consobrina. La concha más espesa corresponde al género *conularia* (San Tirso) (1).

LAMELIBRANQUIOS

- | | |
|---------------------------------------|------------------|
| 69, Modiolopsis latens, Ba..... | Cavanas. |
| 70, Cardiola interrupta, Brod..... | Robledo. |
| 71, Actinodonta obliqua, Barrois..... | Navia de Suarna. |
| 72, Redonia, Rou..... | " " " |
| 73, Nuculites torta?, Barrois..... | " " " |
| 74, Spathella Lebescontei?, Barrois.. | Becerreá. |

Los encontramos constituyendo un grupo especial de *acli-*

(1) Aun cuando el pueblo de San Tirso pertenece a la provincia de Oviedo, lo consideraremos como de la de Lugo para nuestros efectos, pues está enclavado en una pequeña e ilógica entalladura (desde el punto de vista geológico) que penetra en la provincia de Lugo y que corta parte de los islotes paleozoicos que estudiamos. Las manchas geológicas, siendo naturales, no pueden supeditarse a las divisiones administrativas, y así las denominaciones por *provincias* no deben tener exactamente el mismo valor.

nodontas redonias y *núculas* fijado en lechos delgados psamíticos de la gran cuarcita ordovicense; en las capas poco potentes que coronan el siluriano está representado el género *Modiolopsis*, y un solo ejemplar, mal conservado, nos marca un nivel intermedio; nos referimos a la *cardiola interrupta* que hemos podido encontrar en la provincia de Orense unida a los *monograptus* de las capas altas del Gotlandiense.

Las cuarcitas delgadas con *redonia* y *núcula* (Navia de Suarna) son muy fosilíferas, presentándose estos lamelibranquios con sus formas abultadas y redondeadas dando aspecto amigdalóide a las placas de cuarcita. La presencia de estos géneros (*actinodonta*, *redonia* y *núcula*), señalados con profusión en la fauna segunda del Canadá y Estados Unidos, así como en Bretaña por Barrois, en Bohemia por Barrende y en Inglaterra por Murchison, permite mejor que ningún otro carácter sincronizar la posición de la cuarcita de Cabo Busto con los tipos clásicos, incluyendo razonablemente las crucianas y demás fósiles de las cuarcitas en la fauna segunda.

Las especies que parecen deducirse de estas placas de cuarcitas de Navia de Suarna (a unos seis kilómetros al NE. de Becerreá por la carretera) son *Actinodonta obliqua*, Barrois; *Redonia Duvaliana*, Rouault; *Nuculites torta*, Barrois; *Nuculana Lebescontei*, Barrois y *Spathella Lebescontei*, Barrois, figuradas y descritas por Barrois en el tomo XIX del Boletín de la S. G. du. N. Unidas a este grupo fosilífero encontramos varias especies de *lingulas*; pero se da la circunstancia especial de que la mayoría están representados por sus moldes y mineralizados en la misma masa de la cuarcita, por lo cual al destacarse de una placa psamítica quedan empotrados en la contraria, y esto hace que sea muy difícil la determinación de las especies, y aun géneros; pero en conjunto se aprecian muy bien la fauna señalada por Barrois.

El ejemplar de *cardiola* es malo, pero no tanto que no sirva para definirlo genéricamente, adquiriendo interés especial el hecho de poderlo citar por tratarse de un fósil muy característico y extendido en las capas altas del siluriano de Europa. Barrois, en su Memoria sobre la fauna de la Gres Armorican, llega a valorarle de un modo equivalente al del género *redonia* en la entrada del ordovicense.

El de *Modiolopsis*, por cierto con parte de su concha bastante bien conservada, lo encontramos en las capas que coronan al gotlandiense, y en realidad le suponemos perteneciente a los primeros estratos devonianos.

CEFALOPODOS

- 75, *Endoceras* proteiforme, Hall..... San Tirso.
76, *Orthoceras*..... Sobredo.

De los géneros que citamos, el *Endoceras* viene unido a los fósiles del ordovicense inferior, mientras que los *orthoceras* los hallamos en las pizarras sobre el pueblo de Sobredo y las cuales hemos supuesto unidas a las calizas con *crinoides* y pertenecientes al Siluriano superior.

Ninguno es buen ejemplar. El *Endoceras* tiene exteriormente la concha casi recta; el tubo sifonal es central, delgado, largo y recto, dividido con tabiques transversales y poco distantes, semejante a uno de los figurados por Hall en su Historia Natural de Nueva York que tampoco puede considerarse como típico.

Los *orthoceras* están mal señalados y bastante deprimidos, resultando muchas veces confusos por estar hematizados; otras veces sólo se conserva el vaciado del molde. Tiene la superficie con gran número de anillos regulares transversos y podrían representar el *annulatum* de Sowerby.

TRILOBITES

- 77, *Calymene* Tristani, Brong..... Mondigo.
78, „ Blumenbachi?, Brong.. Mondigo, San Tirso.
79, *Illoenus* hispanicus, Vern..... Mondigo, San Tirso.
80, *Asaphus* nobilis, Ba..... San Tirso.
81, „ Cianus?, Barr y Vern.... San Miguel.
82, *Dalmanites* socialis?, Ba..... San Tirso.
83, *Homalonotus*, Konig..... Mondigo.
84, *Bronteus*, Goldf..... San Tirso.

OSTRACODOS

85, *Beyrichia strangulata*, Salt..... San Tirso.

MALACOSTRACEOS

86, *Ceratiocaris primulus*, Barr..... Mondigo.

Pertenecen todos al piso D de Barrande.

Los trilobites son numerosos en algunos puntos, pero el número de sus representaciones genéricas es pequeño y lo realmente lamentable es no haberlo podido comprobar todavía más que con un repartimiento vertical pequeño; solamente en las pizarras del Ordovicense inferior los hemos encontrado, quedando así privados de las preciosas indicaciones que, con mayor garantía que ningún otro fósil, aportan en todo el Siluriano como genuino reinado suyo.

Están de tal modo comprimidos generalmente, que son verdaderas impresiones las que representan; los restos de *calimene*, *illoenus*, *asaphus* y *bronteus* son los más frecuentes; de *dalmánites* y *homalonotus* sólo hemos encontrado un individuo de cada uno (grande el *homalonotus*); también creemos ver algún coccix de *ogygia*. No merecen indicación especial; algunos pygidium de *bronteus* tienen el eje alargado con numerosos y bien señalados surcos radiales recordando a los *perlongus* del Devoniano.

Sólo en tres sitios los hemos recogido: en el Mondigo, en San Tirso de Abres y en el alto de San Miguel llamado Pena Longa; en este sitio hemos visto algunas impresiones de *Asaphus Cianus*, Vern y Barr.

En el orden *Ostracoda* sólo podemos citar al *Beyrichia strangulata*, visto varias veces en pizarras de San Tirso, y quizá algún *bohémica*. En Villarmide y repetidamente hemos encontrado agrupaciones de granos redondos con un pequeño borde recto que podrían representar al género *primitia*.

Entre los *Phyllocarida* referimos a puntas caudales del *Ceratiocaris primulus* algunos agujijones encontrados en el Mon-

digo semejantes a los representados por M'Coy, Murchison y Barrande en los mismos niveles.

Lista de especies por orden estratigráfico.

(los números corresponden al paleontológico)

CAMBRIANO SUPERIOR

- 1, *Fucoides graphica*?, Hall.
- 2, Organismo figurado y no descrito por N. Delgado. (T. p. du P.—Lám. 18, fig. 3).
- 3, *Foralites Dubius*, Del.
- 4, » *gracilis*, Del.
- 5, » *Pomeli*, Rou.
- 6, *Paleochorda marina*, Emmons.
- 7, *Paleophycus irregularis*, Hall.
- 8, *Cruciana Schulzi* (nov. sp.)?—Lám. XII, fig. 1.^a).

BASE DEL SILURIANO

- 9, *Panescorsea*, Sap.
- 10, Organismo figurado y no descrito por N. Delgado. (T. p. du P.—Lám. 20, fig. 6).
- 11, *Cruciana, MontPELLIENSIS*, Sap.
- 12, » *Nathorsti*, Del.
- 13, » *Neryi* (nov. sp.)? Lám. XIII, fig. 1.^a
- 14, » *furcifera*, d'Orb.
- 15, » *Prevosti*, Rou.
- 16, » *rugosa*, d'Orb.
- 17, » *Bieirensis*, Del.
- 18, » *Goldfussi*, Rou.
- 19, » *Cordieri*, Rou.
- 20, *C. incoerte sedis*. Lám. XIII, fig. 2.^a.
- 21, *Scolithus linearis*, Hall.
- 22, » *Barroisi*? Barrois.
- 23, Organismo figurado y no descrito por N. Delgado. (T. p. du P.—Lám. 24, fig. 3).

- 24, Vexillum Halli, Rou.
 58, Lingula attenuata, Sow.
 62, » crumena, Phillips.
 63, » Lesueuri, Rou.
 71, Actinodonta oblicua, Barrois.
 72, Redonia....., Rou.
 73, Nuculites torta?, Barrois.
 74, Spathella Lebescontei?, Barrois.

SILURIANO INFERIOR

- 25, Girvanella problemática, Nicholson y Etheridge.
 26, » filosa, Cayeux.
 27, Corpora incoerte sedis (afines a las Girvanellas).
 28, Cilindrites....., Heer.
 29, Expansiones foliáceas (subordinadas a 28).
 30, Laminarites Mondigoi (nov. sp.? Lám. XVII, fig. 2.*).
 44, Dydimograptus Murchisoni, Beck.
 58, Lingula attenuata, Sow.
 59, » elongata, Eichw.
 60, » quadrata?, Eich.
 61, » curta, Conrad.
 64, Conularia anómala, Ba.
 65, Pterotheca consobrina, Ba.
 66, Hyolithes solitarium?, Ba.
 67, Styliola clavus?, Ba.
 68, Tentaculites?..... Schloth.
 75, Endoceras proteiforme, Hall.
 77, Calymene Tristani, Brong.
 78, » Blumenbachi?, Brong.
 79, Illoenus hispanicus, Vern.
 80, Asaphus nobilis, Ba.
 81, » Cianus?, Barr y Vern.
 82, Dalmanites socialis?, Ba.
 83, Homanolotus....., König.
 84, Bronteus....., Goldf.
 85, Beyrichia strangulata, Salt.
 86, Ceratiocaris primulus, Ba.

SILURIANO SUPERIOR

- 31, Monograptus Colonus, Ba.
 32, » Hisingeri, Carr.
 33, » latus, M'Coy.
 34, » Ludensis?, Murch.
 35, » Priodón, Bronn.
 36, » Flemingi, Salter.
 37, » Nilsoni, Ba.
 38, » Halli, Ba.
 39, » dentatus?, Ba.
 40, » Becki, Ba.
 41, Diplograptus pristis, His.
 42, Monograptus convolutus, His.
 43, » proteus, Ba.
 70, Cardiola interrupta, Brod.
 45, Rhodocrinites verus, Miller.
 46, Artejos indeterminados.
 76, Orthoceras, Breyn.

PARTE ALTA DEL SILURIANO SUPERIOR (1)

- 47, Stropomena expansa, Sow.
 48, » grandis, Sow.
 49, » alternata?, Sow.
 50, » funiculata, M'Coy.
 51, » temisimestriata?, M'Coy.
 52, Leptena transversalis?, Dalman.
 53, Orthis sarmentosa, M'Coy.
 54, » hipparionix, Vanuxem.
 55, » orbicularis?, Vern.
 56, » rústica, Sow.
 57, » Berthoisi?, Rou.
 69, Modiolopsis latens, Ba.

(1) Véanse observaciones sobre los braquiópodos.

Nota adicional al «Estudio de la denudación de la costa en la provincia de Lugo». «Boletín del I. G. de E.», tomo XIV, (segunda serie, 913, páginas 115 á 130).

Don Casiano de Prado supuso una glaciación muy fuerte en el borde meridional de la cordillera Cantábrica, y MM. Ch. Barrois y Verneuil-Collomb aceptaban la misma idea para el borde septentrional de esta cadena, suponiendo glaciares enormes descendiendo hasta los bordes del mar Cantábrico. El Sr. Quiroga compartió esta opinión y hablaba de depósitos glaciares cerca de San Vicente de la Barquera.

Se ve en realidad casi a todo lo largo de la costa Cantábrica depósitos de cantos rodados y arcilla extraordinariamente potentes. Parecía asombroso admitir que pudiesen ser el efecto de una acción fluvial por enérgica que se supusiese y era lógico invocar para su explicación agentes mucho más potentes; es decir, una acción glacial. Esta era conocida desde hacia tiempo para la "Serra d'ea Estrella," en Portugal y para los Pirineos; resultaba, pues, bien admisible pensar igualmente en heleros considerables situados en la región Cantábrica; sobre todo, en Asturias y Galicia.

Las últimas investigaciones del sabio profesor Sr. Obermaier emprendidas en 1914 han dado como resultado definitivo que los más altos macizos del Norte de España, los Picos de Europa, estaban en realidad cubiertos de heleros. Estos eran considerables en la zona alta, pero no se prestaban a la formación de grandes heleros de valles y se detenían en la zona baja del macizo montañoso sin llegar hasta el pie de los Picos y sin salir casi hacia la costa. El helero de Urdón se terminaba a 750 metros; el correspondiente al Deva, a 930 metros, cerca de Espinama; el del Duje, a 900 metros, cerca de Sotres y el de Bulnes, a 300 metros, cerca de Tielve.

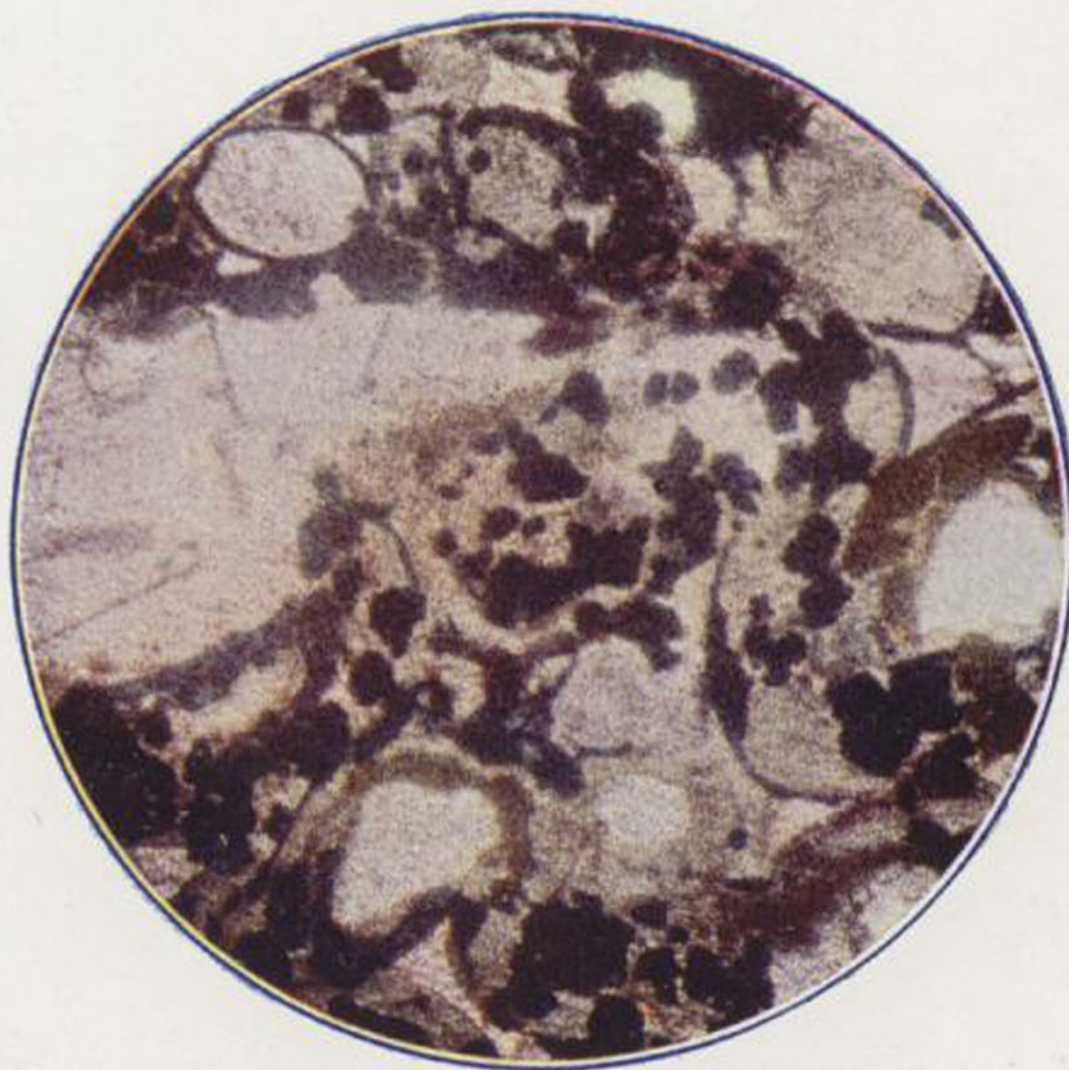
En vista de estos resultados concluyentes no es ya permiti-

do admitir la existencia de heleros descendiendo hasta el mismo borde del mar, y las grandes acumulaciones de cantos rodados con arcilla hay que considerarlas como formaciones *pseudo-glaciares* iniciadas casi seguramente por heleros que arrancarían en las mayores alturas de la parte correspondiente en la cordillera Cantábrica, como son los picos de Ancares y parte de la sierra de Caurel, las cuales, con sus elevaciones de 2.000 y 1.650 metros, pueden hacer lógica la hipótesis y para cuya verdadera longitud habría que tener en cuenta la gran denudación de las alturas. Una rápida rectificación de los terrenos paleozoicos que esquemáticamente representamos en el adjunto plano (Lám. XIX), y el cual sólo como tal tiene valor mientras no avancemos más nuestros estudios de rectificación, nos hace ver cómo la disposición digital de los sinclinales silurianos conservados y los anticlinales cambrianos denudados desde las alturas prestan verosimilitud a la suposición.

De todos modos el origen de las acumulaciones de cantos permanece bastante complicado porque *no pueden haberse formado* en las condiciones climatológicas que hoy existen en la misma región. Su existencia nos obliga a admitir épocas mucho más húmedas y muy abundantes en lluvia. Podrían ser la obra de una gran época pluvial que *seguramente* tuvo lugar al mismo tiempo que la glaciación de los altos vértices próximos; ambas fases, la pluvial y la glacial, representarían los resultados del mismo fenómeno climatológico y aun es muy probable que se pueda establecer sobre el terreno el contacto entre los depósitos glaciares (o fluvio-glaciares) de la región alta con los depósitos pluviales que forman *su equivalente directo en la planicie y a lo largo de la costa.*

Madrid Mayo de 1915.

Minerales de hierro silurianos. - VILLAODRID.



Mineral oolítico cloritoso-carbonatado con campo de girvanellas.

Aumento 60 diámetros.



Cruciana Schulzi (n. sp?).
Reducción $\frac{1}{3}$ de tamaño natural.

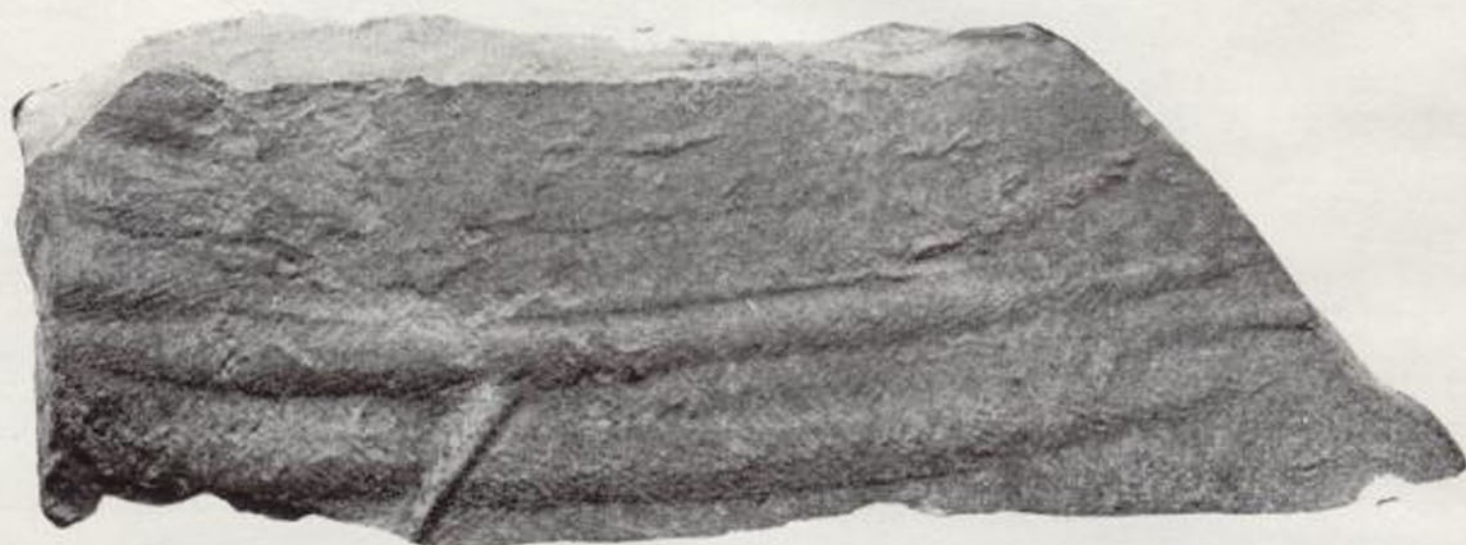


Fig. 1.ª

Cruciana Neryi (n. sp?).
Reducción $\frac{1}{3}$ de tamaño natural.

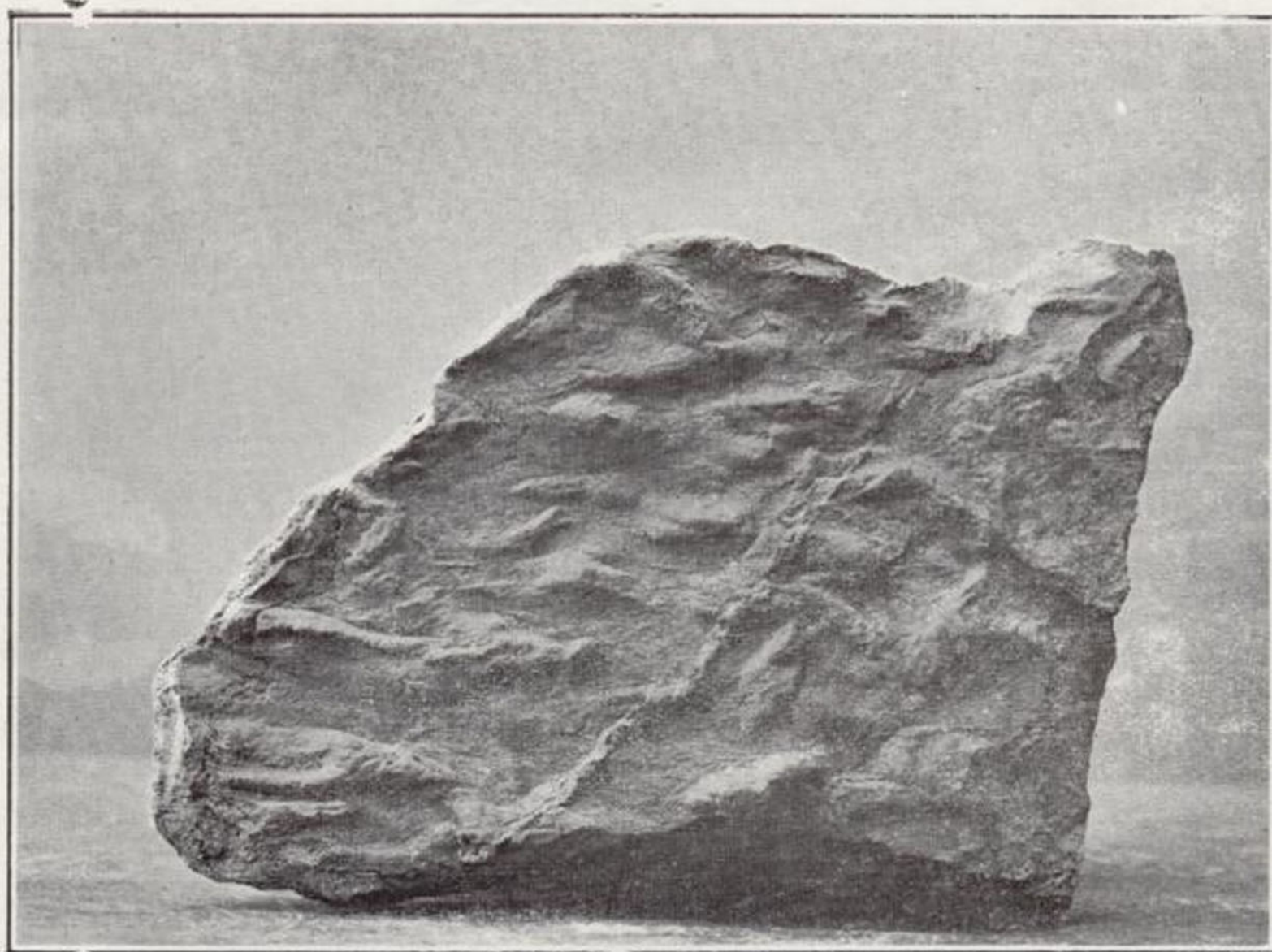


Fig. 2.ª

C. incæte sedis.
Reducción $\frac{1}{3}$ de tamaño natural.



Fig. 1.º



Fig 2.º

Campos de Girvanella.—Aumento, 250 diámetro.

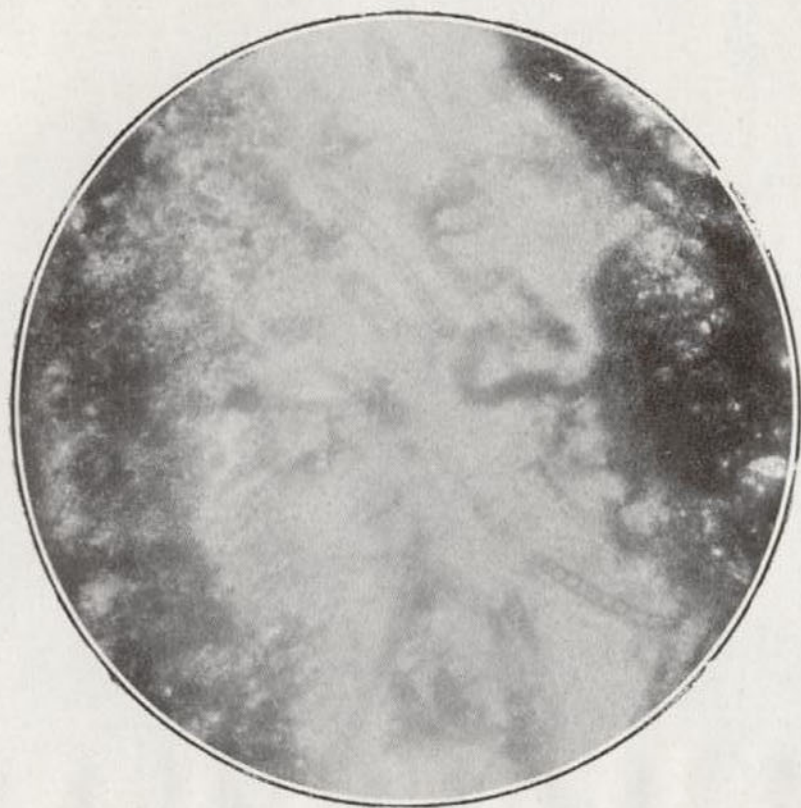


Fig. 1.



Fig. 2.

Corpora incœrte sedis.—(Afines á las Girvanellas.)
Aumento, 250 diámetros.



DIFERENTES TIPOS DE GIRVANELLA.

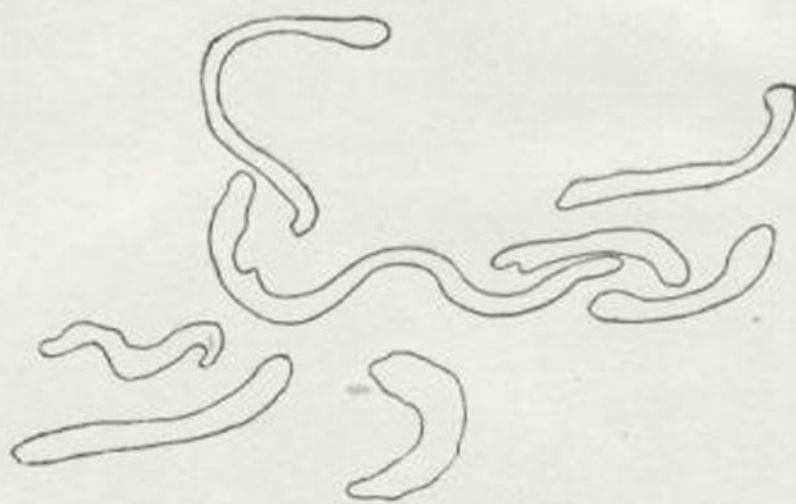


Fig. 1.

Girvanella anómala.

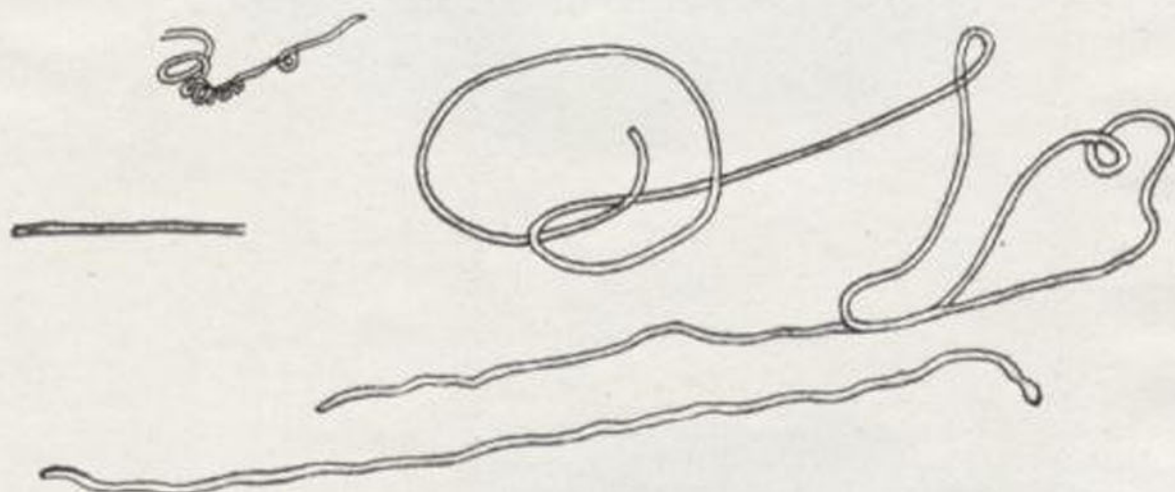


Fig. 2.

Girvanella filosa.

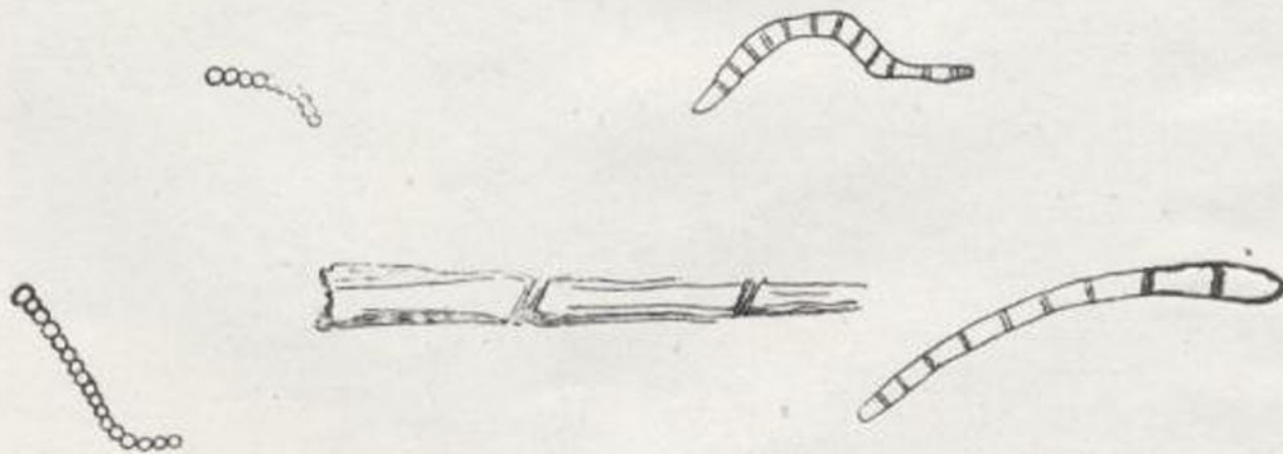


Fig. 3.

C. incerte sedis (afines á las Girvanellas).



Instituto Geológico de España.

LAMINA XVII



Fig. 1.
Girvanella filosa.
Aumento, 250 diámetros.



Fig. 2.
Laminarites Mondigoi.
Reducción $\frac{2}{3}$ de tamaño natural.



Fig. 1.
Expansiones foliáceas.
Reducción $\frac{1}{2}$ de tamaño natural.



Fig. 2.
Cilindrites.
Reducción $\frac{1}{2}$ de tamaño natural.



POR EL INGENIERO DE MINAS
D. PRIMITIVO HERNANDEZ SAMPELAYO



OBSERVACIÓN

Las manchas silurianas y Cambrianas son las dominantes, pero en ambas hay incluidas algunas más pequeñas de otros terrenos y de rocas eruptivas, que no marcamos para hacer resaltar más sencillamente la posición relativa de los sinclinales Silurianos y anticlinales Cambrianos.

EXPLICACIÓN

- Siluriano
- Cambriano

NOTAS DE HIDROLOGIA SUBTERRANEA

AGUAS SUBTERRANEAS

DE LA CUENCA

DEL RIO DE ALMERIA

Al Ilmo. Sr. Director de la Comisión del Mapa Geológico de España.

Ilmo. Sr.:

El Consejo de Agricultura y Ganadería de Almería, representado por su Presidente, D. Andrés Cassinello, acudió en 31 de Julio de 1908 ante el Excmo. Sr. Ministro de Fomento con una instancia solicitando, por acuerdo unánime del referido Consejo, que por cuenta del Estado se verificaran los estudios geológicos necesarios para el alumbramiento de aguas artesianas en el estrecho de Gador, dentro de la cuenca del río Andarax, en la provincia de Almería.

Con fecha 8 de Agosto del mismo año se acudió de nuevo al Ministerio con otra solicitud relativa al mismo asunto, suscrita por el Alcalde de Almería, el Presidente de la Diputación provincial, el Delegado regio de Industria y Comercio, el Jefe de Fomento, los Presidentes de la Cámara Agrícola, del Sindicato de riegos, del Círculo Mercantil, de la Cámara de Comercio, de la Liga de Contribuyentes, de la Sociedad Económica de Amigos del País, de la Sociedad de riegos «Cauce de San Indalecio», los Jefes de Ingenieros de Minas, Caminos, Montes y Agrónomos y el ex Inspector del Cuerpo de Minas D. Francisco Iznardi. En esta solicitud manifiestan los firmantes que,

conformes con la labor realizada por el Consejo de Agricultura de Almería, acordaron prestarle todo su apoyo haciéndola suya en todas sus partes, y piden que se una a la formulada por el Sr. Cassinello en 31 de Julio de 1908.

Sirve de fundamento a ambos escritos un estudio del Ingeniero de Minas D. Pablo Fábrega, relativo a las aguas artesianas de la cuenca almeriense; estudio que hubo de desarrollar en una de las conferencias agrícolas que por iniciativa del Consejo de Agricultura de Almería se dieron en el año 1908.

Acompaña a la solicitud del Sr. Cassinello una copia del trabajo de D. Pablo Fábrega, con un mapa geológico hipsométrico de la región en estudio, en escala de 1 : 200.000, donde se reproducen los datos geológicos publicados por la Comisión del Mapa.

Trasladado el expediente a informe de la Comisión del Mapa Geológico, el Director de este Centro ordenó al Ingeniero Jefe que subscribe, en 18 de Agosto de 1908, que después de reunir los datos necesarios sobre el terreno en compañía del Ingeniero D. Agustín Marín, formulara el dictamen correspondiente, y el presente trabajo que tengo el honor de someter a la aprobación de V. I. es el resultado de la información que se ha servido encomendarme.

Problema de capital interés para el desarrollo de la riqueza agrícola de la región almeriense es el de lograr aguas en cantidades adecuadas al objeto de utilizarlas en el riego de sus campos, sobre todo en las zonas correspondientes a las vegas de los ríos principales, constituídos por suelos de excepcional fertilidad, donde merced a las especiales condiciones del clima pueden dedicarse a muy variados cultivos.

La pertinaz sequía que, de ordinario, aflige a la provincia de Almería, interrumpida a veces por alguna de esas grandes inundaciones que tantos desastres han producido, es la causa eficiente del decaimiento de su agricultura, y el hecho no debe atribuirse exclusivamente a la escasez de las lluvias, ya que a ello contribuyen muy eficazmente la configuración del territorio y de las cuencas de sus ríos, la composición y disposición geológica de sus terrenos y la falta de arbolado en las altas regiones que en su mayor parte la forman.

Concretándonos a la cuenca del río de Almería, que comprende la zona objeto del presente trabajo, debe observarse que el mencionado río, cuyo nombre antiguo es el de Araja o de Andarax, que todavía conserva en la parte alta de su curso, es una corriente de régimen torrencial que apenas lleva agua en las épocas de verano, hasta el extremo de que en la parte baja, a partir de Gador hasta el mar, queda en seco por efecto de la filtración de las aguas al través de los aluviones depositados en su cauce. En las grandes avenidas del invierno y otoñales arrastra un limo o tarquín que se deposita sobre las tierras de sus márgenes, prestándoles asombrosa fertilidad.

El aprovechamiento de las aguas superficiales del río de Almería resulta por consiguiente muy limitado, y ha sido preciso recurrir al alumbramiento de las sub-alveas para el abastecimiento de la capital y para el riego de algunas parcelas de terreno. Así y todo, los resultados obtenidos son todavía muy deficientes, y bien puede afirmarse que si no se perfecciona el sistema y si no se completa intentando obtener caudales de importancia, mediante otros procedimientos, habrán de permanecer improductivas grandes extensiones de terrenos, tales como los de Roquetas y Alquian, vírgenes de cultivo por falta de agua para regarlos.

El alumbramiento de las aguas sub-alveas del río de Almería se realiza por medio de galerías, que a veces alcanzan gran longitud; filtranse en ellas las aguas, y a la salida al exterior dan lugar a diferentes fuentes de caudales variables, desde 700 metros cúbicos por hora que tiene la de Villator y la de Calderona, hasta 100 metros cúbicos en las de Pechina y Partidores. En época normal se utilizan unos 750 litros por segundo para el abastecimiento de la capital y riego de la vega, aparte de las aguas que se extraen por pozos y norias.

El referido caudal, por sí solo insuficiente para el riego de vega tan extensa cual es la de Almería, disminuye notablemente en los veranos, y durante las sequías prolongadas se reduce de tal suerte, que en las dos fuentes que surten a la capital, denominadas «Larga» y «Redonda», oscila entre 14 y 70 litros el caudal disponible por segundo, deficiente a todas luces para satisfacer las más indispensables necesidades de la población.

Cierto es que el aprovechamiento de las aguas sub-alveas es en la actualidad incompleto, porque los trabajos realizados al efecto se han llevado a cabo sin previo estudio de la cuenca, sin plan preconcebido y sin obedecer las obras a principios científicos, y así se explica el que se hayan situado las galerías de tal suerte, que las correspondientes superficies curvas de depresión se cortan entre sí, resultando, en consecuencia, mutuos perjuicios que han dado origen a repetidas demandas litigiosas.

Aparece por lo tanto indicada la conveniencia de proceder al estudio, lo más completo posible, de régimen sub-alveo del río de Almería; estudio de indiscutible interés, acerca del cual ha insistido en repetidas ocasiones el Ingeniero jefe de Minas del distrito, D. Bernabé Gómez, y que una vez realizado y conocidos los principios que de él se desprendan, habrá de enseñar los medios de que se ha de valer la región para lograr caudales de agua de mayor importancia que los actuales.

Por lo que se refiere a la composición de las aguas que nos ocupan, debe observarse que marcan de 54° a 68° al hidrotímetro; de suerte que deben clasificarse como de calidad muy deficiente para ser bebidas.

Con lo dicho basta para poner de manifiesto la importancia que reviste para la región de Almería el problema de las aguas, y se explica el interés con que allí han de acogerse cuantas ideas se formulen con visos de fundamento científico, para acrecentar los caudales disponibles; y así se ha fijado la atención en el sistema de alumbramiento por pozos artesianos, preconizado por el Ingeniero Sr. Fábrega en su interesante discurso, pronunciado en 7 de Julio de 1908 en la 7.ª Conferencia agrícola de Almería.

El procedimiento debe basarse, según acertadamente indica el referido Ingeniero, en un estudio técnico de la hidrología subterránea de la región, y tal ha de ser el objeto del presente trabajo.

Los terrenos más antiguos de la cuenca del río de Almería corresponden al sistema estrato cristalino, y son prolongación oriental de los de la misma edad que constituyen el núcleo del gran macizo montañoso de Sierra Nevada.

Preséntanse en la referida cuenca, formando la vertiente meridional de la Sierra de los Filabres, y reaparecen al S. de ésta en Sierra Alhamilla, donde forman una mancha aislada envuelta por otros terrenos más modernos.

Dos divisiones estratigráficas fundamentales pueden establecerse en el terreno estrato cristalino de esta región andaluza: una inferior, de micacitas con calizas cristalinas y dolomías, y otra superior, de micacitas cristalíferas con talquitas y cloritocitas.

A causa de los múltiples pliegues que forman los estratos en las sierras de los Filabres y Alhamilla, no es posible el fijar una dirección general de aquéllos. La Sierra de Filabres ha sido dislocada profusa y variadamente, sobre todo en sus vertientes septentrionales; esta sierra está constituida por pizarras cuarzosas, talquitas y micacitas, con intercalaciones de calizas marmóreas y dolomías, en capas dobladas y dislocadas en todos sentidos que dan origen a un territorio agrío y riscoso por demás.

Consideradas en conjunto las capas de Sierra Alhamilla se observa que las micacitas, talquitas y cloritocitas que la constituyen ofrecen una alineación media de O. NO. a E. SE., y un cambio general de buzamiento a lo largo de un eje anticlinal que pasa por las cumbres de Culatavi a 1.446 metros de altitud; mas en los bordes de las distintas fallas que plegaron y dislocaron los estratos se notan repetidísimas variaciones estratigráficas.

Las rocas que constituyen el terreno estrato cristalino son de masa impermeable, mas como se hallan cruzadas por fallas y grietas repetidas, ocasiónanse así conductos por donde pueden circular las aguas subterráneas.

Sobre los depósitos del estrato cristalino descansa una serie de pizarras blandas de variados colores, que en el país se denominan láguenas o launas, con lechos delgados de cuarcitas, caliza y dolomía, cuyo conjunto ha sido referido por varios geólogos al período cambriano, mientras que otros suponen que deben corresponder a la base del triásico o al permiano.

Tales capas forman un horizonte geológico de rocas impermeables infrapuesto a una enorme masa de calizas que, en la región meridional de Andalucía, representan el período triásico. En la comarca que nos ocupa forman el gran macizo montañoso

de la Sierra de Gador, en la vertiente derecha al Andarax, y reaparecen en la izquierda formando una faja que se extiende en dirección a Gergal hasta cerca de Alcubillas.

Vuelven a presentarse las calizas triásicas, después de haberse ocultado por bajo del terciario frente a Gador, en Sierra Alhamilla, donde forman una banda a su alrededor, y fraccionadas en múltiples retazos, remontan sus vertientes elevándose hasta la cumbre de Culataví.

Prescindiendo de detalles innecesarios, respecto a los diferentes tramos en que los geólogos han dividido el conjunto de calizas triásicas, así como de la reseña de sus variedades petrográficas, bastará consignar que, hacia la parte media del gran conjunto calizo se intercala un horizonte de margas abigarradas impermeables, y que con frecuencia las calizas triásicas son magnesianas; a veces verdaderas dolomías.

Por efecto de las fuerzas endógenas y a causa de la rigidez de su masa, suelen hallarse las calizas en cuestión muy resquebrajadas, siendo además frecuente el que, las variedades dolomíticas sobre todo, ofrezcan estructura celulosa o cavernosa.

Por otra parte, las capas triásicas se presentan, por lo general, más o menos plegadas, y muy dislocadas en las proximidades, y de todo lo dicho resulta el que la masa de las calizas se ha de hallar atravesada por repetidas grietas y oquedades que forman a manera de una red, por donde fácilmente penetran las aguas; y cuando llegan éstas a las masas impermeables de las margas o de las pizarras cambrianas, quedan detenidas, y según sea la configuración del suelo y la disposición estratigráfica así brotarán, en forma de fuentes en el contacto de las pizarras con las calizas, como ocurre en múltiples parajes de Sierra de Gador, o nacerán por debajo del mar, cual acontece en la conocida fuente de agua dulce cerca de la costa de Almería.

Sigue al terreno triásico en orden de sucesión estratigráfica, dentro de la región que nos ocupa, los depósitos terciarios, constituidos por capas de conglomerados, gonfolitas y maciños en la base, margas azuladas en el centro y margas amarillentas y agrisadas de tonos claros, con alternaciones de capas de arenisca friable, calizas y yesos, en la parte alta.

Las gonfolitas y areniscas son rocas permeables, y constitu-

yen dentro del terciario diversos horizontes acuíferos intercalados entre las margas impermeables.

En la zona comprendida al N. de las sierras Alhamilla y de Gador, las capas terciarias están dispuestas en forma de cuenca; las del horizonte inferior asoman en la vertiente de la Sierra de los Filabres, y las del borde correspondiente a la vertiente N. de Sierra Alhamilla se ofrecen por demás dislocadas, con repetidos pliegues y cortadas por algunas fallas.

El terreno diluvial se presenta muy desarrollado en la vertiente derecha del río de Almería en los contrafuertes de la sierra de Alhama la Seca, donde está constituido por gruesos bancos de conglomerado que alternan con capas arenosas, y aparecen también en la vertiente opuesta, en Sierra Alhamilla, en gruesos bancos horizontales que descansan discordantes en las alturas de los cerros, sobre los estratos terciarios. Este terreno, así como los depósitos modernos de acarreo del río de Almería, carecen de interés al objeto del presente trabajo.

Tal es, a grandes rasgos, el conjunto geológico de la cuenca de Almería, mas para completarlo en lo concerniente a la hidrología subterránea, es necesario entrar en algunas consideraciones concernientes á la tectónica de la comarca.

Se observará, en primer término, que una importante línea de menor resistencia con múltiples fracturas alineadas de O. SO. a E. NE., se acusa manifiestamente en la provincia de Granada, desde el O. de Orgiva, cruza la Alpujarra, penetra en la región almeriense, determinando el cauce del Andarax en la parte alta de su curso, y continúa por el N. de Sierra Alhamilla, donde debió dar origen a la depresión en que luego se depositó la zona de terreno terciario comprendido entre esta sierra y la de los Filabres.

Testimonio de la existencia de tal línea de fracturas son las múltiples dislocaciones de las capas y la presencia de varios manantiales termales, entre los cuales merecen consignarse aquí los de Sierra Alhamilla, Alhama la Seca y Alicun, ya que brotan dentro de la región que nos ocupa.

Otra gran falla transversal, comprobada años ha por los geólogos franceses Sres. Barrois y Offret (1), cruza el territorio en

(1) Estudio geológico del S. de Andalucía entre las sierras Tejada y Nevada. *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico*. Tomo XVII, pág. 276.

dirección al E. 30° S. desde Guadix al Cabo de Gata, y es de notar que en la zona correspondiente a su intersección con la línea de fractura antes consignada, brotan las aguas termales de Alhama la Seca y Sierra Alhamilla, y es probable además que la misma falla diera origen a la grieta correspondiente al estrecho de Gador, relleno luego por sedimentos terciarios.

Teniendo en cuenta lo consignado, puede explicarse, con probabilidades de acierto, el origen de los manantiales termales de que se trata; las aguas procedentes de las lluvias y de la fusión de las nieves en las alturas de las sierras, dentro de la zona de las líneas de fractura, encuentran múltiples grietas por donde penetran en el interior de la tierra hasta las grandes profundidades, donde adquieren temperatura elevada; ascienden luego por consecuencia de su menor densidad, y salen a la superficie, después de un proceso de circulación subterránea más o menos complicada, en los parajes bajos de las mismas líneas de fractura.

Consignaremos ahora algunos datos relativos a las fuentes termales de Alhama la Seca y Sierra Alhamilla, interesantes al objeto del presente estudio.

Los manantiales de Alhama la Seca nacen inmediatos al pueblo de su nombre en el cerro llamado Vilano o de la Cruz, de las estribaciones de la Sierra de Gador, y a 145 metros de altitud.

Las capas de caliza triásica forman allí amplia bóveda, por debajo de la cual asoman las pizarras o láguenas cambrianas; las calizas aparecen en parte metamorfoseadas en una dolomía que forma una mancha prolongada de N. a S., y en masa junto al contacto con las pizarras nacen las aguas termales en dos fuentes que se denominan Antigua la más alta y Nueva o de la Fe la otra.

Brotan a 46° centígrados de temperatura y en conjunto arrojan un caudal de unos 45 litros por segundo, según resultó de un aforo aproximado que hicimos.

Se han clasificado entre las bicarbonatadas cálcicas litínicas ferruginosas; su mineralización en materias fijas es sólo de 0,5247 gramos por litro, y así se explica que se utilicen en el pueblo para beber, para el lavado de ropas y en el riego de la vega.

Según tradición corriente las aguas de la fuente Vieja han sufrido vicisitudes de crecida y mengua, ya por terremotos, ya por lluvias y otras causas. Pero el acontecimiento más notable ocurrido en ellas fué, según consta en una Memoria debida al farmacéutico D. Gil Ramón Rodríguez, que a consecuencia de haberse practicado un pozo en lo alto de la población, luego que se hallaron las aguas, menguó el caudal de la antigua fuente de un modo notable, descendiendo al mismo tiempo su temperatura, mientras que la Nueva la tenía mucho más elevada.

Una extensa meseta de travertinos y tobas procedentes de la precipitación de la cal de las aguas termales se encuentra inmediata al pueblo de Alhama, y demuestra que los manantiales debieron en remotos tiempos surgir en otros parajes y ser probablemente en mayor número y más abundantes que en la actualidad.

Las fuentes termales de Sierra Alhamilla están situadas en la falda meridional de la sierra de su nombre a 13 kilómetros de Almería, a 461 metros de altitud en los barrancos del Rey y del Infierno.

Brotan las aguas a temperaturas de 57° centígrados en el contacto de las láguenas con las dolomías triásicas, resultado del metamorfismo de la caliza, como en Alhama. El caudal es de 10,5 litros por segundo; en el pueblo hay una fuentecilla que arroja dos decilitros solamente.

En la zona donde nacen las aguas se observan repetidas fallas, en relación indudable con los yacimientos de hierro allí existentes.

Próximos al manantial termal se encuentran otros que nacen también en el contacto de las calizas con las pizarras, pero a temperatura más baja, pues en la fuente de los Sres. Carmoña es de 25° y en otras dos menos caudalosas de 29° y 30°, de suerte que es probable que se trate de aguas frías cuya temperatura se ha elevado algunos grados por la proximidad del manantial termal.

Parece ser que después de los terremotos de 1885 varió algo el caudal de las fuentes termales, y al propio tiempo sufrió algún aumento su temperatura.

En Sierra Alhamilla, al igual que en Alhama, se presentan

junto a las fuentes termales los travertinos y tobas, bien que ocupando espacio mucho más reducido, y parecen indicar, por su situación, la existencia anterior de otros manantiales distintos de los actuales.

Vemos por lo expuesto cuán manifiesta es la analogía entre las termas de las dos vertientes del Almería, y si se tiene presente, según va ya indicado, que es probable que las calizas triásicas muy resquebrajadas por las fallas pasen por debajo del terreno terciario del estrecho de Rioja, puede consignarse como resultado el más interesante del presente estudio, y de acuerdo con una de las conclusiones del Sr. Fábrega, que, si mediante un sondeo situado en el referido estrecho se atravesara el terreno terciario hasta comunicar con la red de grietas acuíferas de las calizas, podrían surgir las aguas frías o termales, según procedieran de la red general o de las líneas de fractura profundas, y en este último caso brotarían con la presión correspondiente a un nivel piezométrico de 461 metros de altitud, por lo menos, que es la de la fuente de Sierra Alhamilla, o lo que es lo mismo, a 340 metros de altura sobre el pueblo de Rioja, situado a 125 metros sobre el mar.

Si, por otra parte, se tiene presente que la disposición del terreno terciario es adecuada para dar origen a aguas artesianas, cabe en lo posible que la sonda encuentre tales aguas antes de llegar a las calizas triásicas, bien que en realidad el estrecho de Rioja no parece el paraje más a propósito para alumbrar agua dentro del terciario, ya que en este punto es probable que, a consecuencia del irregular relieve del fondo de la cuenca ofrezca el terciario menor espesor y más dislocaciones que hacia la parte del centro.

Cuales sean los caudales que habrán de conseguirse en el supuesto de lograr aguas artesianas, es imposible, a nuestro juicio, averiguarlo ni aun siquiera aproximadamente. Caso de que las aguas procedan de las areniscas terciarias, el caudal dependerá, muy principalmente, del espesor y grado de permeabilidad de la capa acuífera en el punto donde la corte la sonda, y cómo tales circunstancias varían notablemente, no es posible el aventurar juicio respecto á los resultados de la perforación que se emprenda; sólo puede afirmarse que, por lo general, los caudales procedentes de las areniscas terciarias suelen ser de

poca consideración, bien que excepcionalmente puedan citarse casos en España en que han dado caudales hasta 40 y 50 litros por segundo.

Y algo semejante puede decirse respecto á las aguas procedentes de las calizas triásicas: el caudal que se obtenga estará subordinado no sólo a la presión hidrostática, sino también a la amplitud y multiplicidad de las fisuras en comunicación con el taladro.

En términos generales puede afirmarse que por las fisuras en cuestión circularán las aguas más fácilmente que al través de la masa de las areniscas terciarias, y, por consiguiente, los caudales de aguas artesianas a que den origen deberán ser de mayor importancia.

Por lo que concierne al espesor que habrá de ofrecer el terreno terciario, no es fácil precisarlo, ya que, según se ha visto, el fondo de la depresión en que se depositó este terreno debe ser de muy irregular relieve. Consignaremos, no obstante, como dato de valor muy discutible que en el estrecho de Rioja es posible que oscile entre 200 y 300 metros.

En resumen, de lo expuesto deducimos las conclusiones siguientes:

1.^a Es de vital interés para el desarrollo agrícola de la cuenca del río de Almería el descubrimiento de aguas artesianas aplicables al riego.

2.^a Cabe la posibilidad de encontrar las referidas aguas dentro de los estratos permeables del terreno terciario, y en mayor abundancia, probablemente, en las calizas triásicas allí donde se hallen infrapuestas a aquél.

3.^a El paraje más a propósito para las primeras investigaciones es la vega del río de Almería en las inmediaciones del pueblo de Rioja.

4.^a Si mediante el primer sondeo no se obtuviera resultado favorable, deberán repetirse los ensayos, ya que el éxito depende de un accidente casual, cual es el que la sonda comunique con alguna de las fisuras de la red acuífera en las calizas triásicas.

5.^a En múltiples parajes del terreno terciario puede suceder que se encuentren aguas artesianas a profundidades pequeñas fácilmente asequibles con sonda de mano; la determi-

nación de tales parajes exigiría un estudio previo de las respectivas localidades.

Como consecuencia de las precedentes conclusiones, aparece bien manifiesta la utilidad que pudiera reportar la ejecución de las investigaciones de aguas artesianas en el estrecho de Rioja, y si se trata de que el Estado las subvencione, conviene tener presente que por Real orden de 1.º de Julio de 1908 se ha dispuesto como condición precisa para percibir el referido auxilio que previamente se haya ejecutado parte de la obra.

Madrid, 7 de Julio de 1909.

RAFAEL SÁNCHEZ LOZANO.

A. MARÍN.

Índice de los trabajos contenidos en el Tomo XXXVI del Boletín.

	<u>Página.</u>
LA FORMACIÓN VEALDENSE EN EL PIRINEO NAVARRO, por D. Federico Palacios.....	9
NOTA GEOLÓGICA Y PALEONTOLÓGICA SOBRE EL JURÁSICO SUPERIOR DE LA PROVINCIA DE LÉRIDA, por D. Luis Mariano Vidal:	
I.— <i>Geología</i>	17
II.— <i>Paleontología</i>	33
Peces	33
Reptiles	41
Insectos	55
RESEÑA GEOLÓGICA DE LA PROVINCIA DE ALICANTE, por D. Pedro Novo y Chicarro.....	57
Asomos eruptivos.....	59
Serie secundaria.—Sistema triásico.....	65
Sistema jurásico.....	75
Sistema cretáceo.....	81
Serie terciaria.—Sistema eoceno.....	109
Sistema mioceno.....	119
Sistema plioceno.....	131
Serie cuaternaria.—Sistema posplioceno.....	137
MEMORIA SOBRE UNA MERIDIANA GEOGRÁFICA TRAZADA EN SANTANDER, por D. Ramón Aguirre.....	149
NOTAS Ó ADICIONES Á LA MEMORIA.....	165
Nota A.—Azimutes tomados desde el centro del mojón del Norte	165
Nota B.—Sobre el error de localización del mojón Sur del trazado	169
Nota C.—Sobre el teodolito empleado en las operaciones del trazado.....	174
Nota D.—Sobre la aplicación de las fórmulas de distancias cenitales dobles al cálculo de la observación núm. 25 del sol para determinar la hora local	177