

MEMORIAS

DE LA

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

MEMORIAS

DE LA

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO

DE

TOMO XXIV

ESPAÑA

EXPLICACIÓN

DEL

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

POR

L. MALLADA

TOMO VI

SISTEMAS EOCENO, OLIGOCENO Y MIOCENO

MADRID

EST. TIP. DE LA VIUDA É HIJOS DE M. TELLO

IMPRESOR DE CÁMARA DE S. M.

C. de San Francisco, 4

1907

*La Comisión del Mapa 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** Los estudios y trabajos para la formación del Mapa geológico de España se llevarán á cabo por todos los Ingenieros del Cuerpo de Minas simultáneamente.

**Artículo 2.º** Queda encomendada á la Junta superior facultativa de Minería la alta inspección de los trabajos del Mapa geológico, para lo cual se creará en ella una Sección especial.

**Artículo 4.º** Existirá una Comisión, compuesta de Ingenieros de Minas, exclusivamente dedicada á la formación del Mapa geológico de España, ya reuniendo, ya ordenando y rectificando los trabajos que fuera de ella se hagan y los datos que se la remitan, ya practicando los estudios que le compete ejecutar por sí misma.

**Artículo 5.º** Formaran parte de la Comisión los Profesores de las asignaturas de Geología, Paleontología, Mineralogía y Química analítica y Docimasia de la Escuela especial de Minas.

*(Decreto de 28 de Marzo de 1873.)*



## PERSONAL

DE LA

### COMISIÓN EJECUTIVA DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Excmo. Sr. D. Daniel de Cortázar. (*Director.*)

Excmo. Sr. D. Lucas Mallada.

Excmo. Sr. D. Juan García del Castillo.

Sr. D. Horacio Bentabol.

Ilmo. Sr. D. Rafael Sánchez Lozano.

Sr. D. Mariano Álvarez Aravaca.

Sr. D. Manuel Rey.

Sr. D. César Rubio y Muñoz.

Sr. D. Máximo Arczarena.

Excmo. Sr. D. Enrique Villate.

Sr. D. Alfredo Kindelán.

#### PROFESORES DE LA ESCUELA ESPECIAL DE MINAS AGREGADOS Á LA COMISIÓN

Ilmo. Sr. D. Pedro Palacios.

Sr. D. Juan López Coca.

Sr. D. Florentino Azpeitia.

Las publicaciones de esta Comisión están autorizadas por orden de la Dirección general de Obras públicas, Agricultura, Industria y Comercio, fecha 30 de Junio de 1873, por la que se dispuso entre otras cosas:

1.º Que el Director de la Comisión del Mapa geológico de España pueda publicar las memorias, mapas, descripciones y noticias geológicas que juzgue oportuno, en cuadernos periódicos, en análoga forma á la de los Boletines y Memorias de las Sociedades geológicas de Londres y de Francia.

2.º Que la Comisión establezca la venta y suscripción de sus producciones, á fin de que los recursos que así se obtengan se inviertan en los gastos de la publicación.

3.º Que la Dirección general proponga oportunamente la suscripción oficial á un cierto número de ejemplares, como medio de auxiliar trabajos tan importantes.

## CAPÍTULO XI

### SISTEMA EOCENO

#### ARTÍCULO PRIMERO

##### GENERALIDADES

Antes de explicar separadamente cada uno de los sistemas que nos restan, conviene advertir que no hay en toda la serie de las formaciones otro grupo tan imperfectamente deslindado en el Mapa general como el terciario. Esto consiste principalmente en la diversidad de criterios que hubo hasta la fecha para dividir esa época en tres ó en cuatro sistemas.

Fué general, durante muchos años, considerar solamente los tres sistemas terciarios *eoceno*, *mioceno* y *plioceno*, y á esta primitiva clasificación de Lyell se ajustan los trabajos de muchos geólogos, desde Verneuil y Prado hasta nuestros días. Otros varios naturalistas han establecido, sin embargo, entre el eoceno y el mioceno el sistema intermedio de la serie, que para las provincias de Valladolid, Zamora, Salamanca y Barcelona, en sus Memorias respectivas, se llamó *proiceno*; para las de Soria, Burgos y Zaragoza se nombró *oligoceno*, como así se designa en el Mapa general. Pero es el caso que en otras varias provincias seguramente se han incluido en el eoceno y en el mioceno fajas de terreno que deberán agregarse al oligoceno; y como, por otra parte, no están todavía bien definidos los límites y la separación del mioceno y del plioceno en otras provincias, re-

sulta, en definitiva, que el deslinde de los cuatro es todavía demasiado imperfecto, y habrán de hacerse, andando el tiempo, múltiples enmiendas.

A diferencia de lo que sucede con las formaciones de la serie secundaria, apenas penetra la eocena en el interior de la Península, donde está representada por muy contadas y poco extensas manchitas, en las cuales no se muestran las capas propiamente numulíticas. Éstas se agrupan en dos zonas muy distintas por sus caracteres: en la cántabro-pirenaica, que con su mayor desarrollo en extensión y potencia es limítrofe de Francia, y la otra, que se halla en el SE. y Mediodía. Caracteres muy diferentes se observan si se compara el eoceno del Norte de la Península con el del extremo opuesto. Abundan en la primera las areniscas y las pudingas, que son muy raras en las otras dos regiones, donde abundan relativamente más las calizas compactas y las margas muy arcillosas.

La emergencia del centro de la Península, que se había acentuado mucho al final del sistema jurásico, se marcó todavía más durante el cretáceo, hasta punto tal, que los mares eocenos rodearon la gran isla formada por ambas Castillas y una gran parte de Aragón, unidas anteriormente á la parte occidental. Y por su distribución geográfica, se deduce que después de su consolidación hacia el comienzo de las formaciones lacustres del terciario medio, los estratos eocenos estuvieron sujetos á grandes cambios, mucho más violentos y enérgicos en el SE. que en el Norte.

**ESPOSOR.**—En la región pirenaica es donde mayor espesor alcanza el sistema, calculándose que la suma del grueso de sus capas excede de 2000 metros, según puede apreciarse en la cuenca del río Muga (Gerona) y en varios valles de la provincia de Huesca, principalmente en las inmediaciones de Boltaña y de las Tres Sorores.

**EXTENSIÓN.**—Tal como se figura en el Mapa general, el eoceno ocupa en España la extensión superficial de 28646 kilómetros cuadrados, apareciendo en primer término las provincias de Huesca, con 4820; Navarra, con 5502, y Barcelona con 5488; siguen después, en segundo lugar, Cádiz, con 5546; Lérida, con 2401; Málaga, con 1816;

Murcia, con 1705, y Gerona, con 1620, continuando con orden decreciente Córdoba, con 969; Alicante, con 955; Zaragoza, con 760; Granada, con 665, y Jaén, con 627, siendo gradualmente menores las superficies en las de Sevilla, Soria, Albacete, Alava, Almería, Baleares, Burgos, Santander, Tarragona, Oviedo, Valencia y Logroño.

#### CARACTERES PETROLÓGICOS

Calizas en la parte inferior del sistema, margas en la media, machiños en la superior y conglomerados en su remate, son las rocas predominantes en la formación marina, así como las pudingas, las arcillas y calizas algo silíceas son las que componen la formación lacustre con que el eoceno termina en unas provincias ó sólo se muestra en otras.

**CALIZAS.**—Generalmente son compactas, blanquecinas ó de colores róseo y amarillento muy claros, con frecuencia marmóreas. A medida que ascienden en la escala estratigráfica se hacen más arcillosas, pasando insensiblemente á las margas, con las cuales alternan en el comienzo de la parte media.

En varias localidades de Andalucía las hay arcillosas, idénticas mineralógicamente á las liásicas, y otras marmóreas rojizas que, sin la presencia de fósiles, serían muy difíciles de distinguir. En esa región, así como en las provincias de Alicante y de Murcia, son muy frecuentes en las calizas blanquecinas ó ligeramente róseas y amarillas las manchas gris verdosas de tierra clorítica, la cual rellena muchos huecos de los numulitos y otros restos orgánicos.

Las calizas escasean en la parte alta de origen lacustre con que termina el sistema, yacen en bancos muy delgados, son compactas y silíceas ó silíceo carbonosas, y con muchas oquedades pequeñas.

**MARGAS.**—Son generalmente de color gris azulado y terrosas, difíciles de distinguir de las cretáceas. Afortunadamente suelen ser fosilíferas, ó se sobreponen á calizas arcillosas y compactas, donde

abundan los numulitos, haciéndose expedita y clara su determinación cronológica. En los niveles inferiores, algunas son muy arcillosas y tienen buen empleo para las obras de alfarería; en los superiores se cargan de granos cuarzosos, hasta pasar insensiblemente á los maciños.

**ARENISCAS.**—Las areniscas que más abundan en el eoceno, sobre todo en los niveles superiores, son los maciños, con abundancia de fucoides. Son gris-verdosos ó gris-azulados, y por su abundancia en mica se tienden en grandes lisos ó son tabulares y hasta foliáceos. En distintas edades infracretáceas y cretáceas hay otros maciños muy parecidos, que en muchos sitios sólo podrían diferenciarse por sus caracteres estratigráficos.

En la parte superior del sistema, agrupada como eoceno lacustre, que tal vez se incluya algún día en el oligoceno, las areniscas son poco coherentes y tienen los caracteres más comunes de las del mioceno.

**PUDINGAS.**—En la parte superior del sistema, los conglomerados tienen tan extraordinario desarrollo, que en varios sitios de la región pirenaica pasan de 1000 metros de espesor. Están formados de cantos redondos, generalmente de caliza, algunos hasta de un metro cúbico de volumen; pero generalmente mucho menores y desiguales, cimentados por una arcilla sabulosa, las más de las veces rojiza, tan fuertemente unidos, que constituyen una roca muy tenaz. Casi todas las formaciones preexistentes se hallan representadas en esos cantos, en los que predominan las calizas compactas, blanquecinas y de colores claros, cretáceas y numulíticas, acompañadas de pedernal, areniscas rojas y gris-amarillentas, pizarras paleozóicas, granito y otras rocas hipogénicas. Sus bancos forman, en conjunto, masas informes, en las cuales es difícil, en muchos sitios, señalar el sentido de la estratificación; y cuando aquéllos son de grandes espesores, por su desigual resistencia á los agentes atmosféricos, toman el aspecto de torres gigantescas, sobrepuestas unas á otras y coronadas de picos agudos, como se observa en Montserrat y otros puntos de Cataluña, Cuello Bails, San Cosme y otros parajes al pie de la sierra de Guara

(Huesca). En su conjunto, á causa de su cemento, ofrecen un tono rojizo, el cual, unido á los contornos pintorescos que toman por el desgaste incesante de sus elementos, facilita su distinción de las demás formaciones entre las cuales sobresalen.

Según sus diferentes niveles, varían bastante sus caracteres; y entre las que constituyen la base del sistema, se desarrollan unas brechoides formadas de cantos angulosos de pizarra, granito, pórfidos y calizas cretáceas en las provincias pirenaicas. Considerados en grandes masas, se intercalan á modo de cuña entre las arcillas y areniscas, formando lentejones irregulares.

Las pudingas del eoceno lacustre, repetidas veces alternantes con las otras rocas de la parte superior del sistema, contienen más cantos cuarzosos y de areniscas de diversas formaciones que los del eoceno marino.

#### CARACTERES PALEONTOLÓGICOS

En las formaciones marinas de este sistema abundan principalmente los rizópodos, entre los que figuran en primera línea los numulitos; y si bien de este género hay registradas en España 25 especies, es casi seguro que, andando el tiempo, se comprobará la existencia entre nosotros de cuantas de él se conocen. Las que parecen más extendidas y extraordinariamente abundantes son *Num. perforata*, *Ramondi*, *Lucasana* y *biarritzensis*, con las *Assilina spira*, *granulosa* y *exponens*, siendo muy frecuentes también las *Num. complanata*, *laevigata*, *scabra*, *striata* y *planulata*. Por la profusión con que se encuentran en muchos parajes, constituyendo á veces por sí solos la masa general de varias capas, son de mucha utilidad para la distinción del sistema por todas partes. El *Orbitoides Fortisi* y las *Operculina ammonica* y *granulosa* son los otros foraminíferos, que, mezclados con los anteriores, abundan en las capas fosilíferas, habiendo otras en la parte inferior del sistema compuestas casi exclusivamente de alveolinas (*A. ovoidea*, *melo* y *subpyrenaica*).

No escasean los espongiarios, generalmente pertenecientes á especies todavía indeterminadas; y los coralaris son todavía más abundantes en el numulítico de Aragón y Cataluña, muchos de los cuales se citarán más adelante.

Entre la multitud de equinos eocenos, los más frecuentes son: *Caropleuris equis*, Val.; *Conoclipeus conoideus*, Leske; *Echinolampas ellipsoidalis*, Arch.; *Schizaster Newoldi*, Arch.; *Prenaster alpinus*, Desor.; *Ditremaster nux*, Desor., y *Euspatangus ornatus*, Defr.

El *Lunulites punctatus*, Leym., es entre todos los polizoos el que parece más común en la región pirenaica, así como entre los braqueópodos la *Terebratulina tenuistriata*, Leym.

Entre los lamelibranquios más frecuentes, se deben citar *Ostrea multicosata*, Desh.; *Spondilus radula*, Lam.; *Pecten biarritzensis*, Arch., y *Tereido Tournali*, Leym.; entre los gasterópodos, *Nerita Schmideli*, Chemn.; *Turritella imbricata*, Lam., y *Ceritium giganteum*, Lam., y entre los artrópodos, la *Serpula spirulæa*, Lam., que es de las especies más extendidas.

Los cefalópodos y vertebrados escasean mucho, y entre las capas de origen lacustre se encuentran, aunque no muy abundantes, algunos gasterópodos, que se citarán en los lugares respectivos.

Hay varias especies de moluscos que son comunes al eoceno y al mioceno, y entre ellas las *Voluta rarispina*, *Pholadomya arquata* y el *Lithodomus lithophagus*.

#### CARACTERES ESTRATIGRÁFICOS

Tiene el eoceno más analogías estratigráficas con el cretáceo y demás sistemas de la serie secundaria que con los otros terciarios que se le sobreponen. Por regla general, las capas numulíticas yacen levantadas con más de 45° de inclinación, acercándose en varios sitios á la vertical, notándose además una diferencia entre las fajas y manchas de la región cántabro-pirenaica y las del SE. y Mediodía, pues en la primera se alzan en sierras y montes, alargados parale-

lamente al eje de la cordillera, mientras que en las otras regiones los trastornos estratigráficos fueron mayores y más variados y produjeron muy complicadas alineaciones en la orografía.

La íntima relación que tiene el numulítico con el cretáceo en la región pirenaica es tanto más notable, cuanto que al lado opuesto del Ebro, no sólo en las montañas de su cuenca, sino en las que separan la del Duero de la del Tajo, no se encuentra este grupo marino; de donde se deduce, como ya lo observó Verneuil, que si bien en los Pirineos el grupo numulítico y la creta son concordantes y juntos han sido dislocados, ofrecen en su repartición geográfica diferencias tales, que hacen creer que entre el fin de un periodo y el principio del otro los mares y sus orillas sufrieron cambios notables.

En la región pirenaica las capas eocenas más inmediatas al eje de la cordillera se hallan más dislocadas por pliegues y fallas, que disminuyen gradualmente á medida que avanzan al SE., y en su conjunto forman una gran ondulación á modo de fondo de barco, aparte de las roturas y pliegues parciales de secundaria importancia.

Las figuras tan caprichosamente recortadas con que los conglomerados eocenos coronan las cimas de los montes, las explica Vezian diciendo (1): «Cuando se deposita una roca, sin que sus elementos hayan variado de naturaleza y sin que haya habido interrupciones en el acto de su sedimentación que den lugar á producirse planos de estratificación, llega un momento en que experimenta movimientos de concentración y se originan hendiduras en sentido perpendicular á la estratificación. Las aguas pluviales, secundadas por los agentes atmosféricos, resbalando por estas grietas las ensanchan y profundizan cada vez más; y si la roca es muy tenaz, los peñascos, incompletamente desgajados, resisten mucho tiempo á la acción destructora que sobre ellos se ejerce. Además, como tienen por abajo un punto de apoyo, que les hubiera faltado si la roca estuviere dividida por caras de estratificación, esos peñascos sobresalen

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 2.<sup>a</sup> serie, tomo XIV, pág. 377.



en agujas y masas alargadas, en muchos sitios de colosales dimensiones.»

Por el extraordinario desarrollo que tienen los conglomerados eocenos en Aragón y Cataluña, imprimen al suelo de diversas localidades un aspecto especial agreste y pintoresco.

#### DIVISIÓN EN EDADES

Dos edades diferentes se distinguen en el eoceno: una, de origen esencialmente marino, á la que encaja propiamente el nombre de *numulítica*; y otra, de formación de agua dulce, de caracteres petrográficos muy parecidos á los del oligoceno, y del cual no se halla todavía claramente deslindada en algunas provincias.

En la edad más antigua pueden establecerse tres subedades ó tramos, representados por los tres elementos principales que los componen, á saber: el inferior, esencialmente calizo; el medio, margoso, y el superior, de los maciños de fucoïdes. Inútil sería, en nuestro juicio, introducir más divisiones, pues en rigor sólo equivaldrían á tránsitos intermedios, sin suficiente desarrollo para considerarlos aisladamente, y siempre cabría mucho de arbitrario en sus deslindes.

En resumen, la arcilla y la arena modificaron poco á poco la primordial composición de los estratos numulíticos por el orden sucesivo de su sedimentación, en un principio casi del todo calcárea, pero sin que haya suficientes datos paleontológicos para introducir subdivisiones que las diferencias petrológicas no justificarian completamente.

Los tres tramos en que dividimos el numulítico se acomodan perfectamente á los admitidos por varios geólogos, de inferior, medio y superior, sin que parezcan admisibles los cinco que ideó Vezian para la provincia de Barcelona, á saber: de Montserrat, castellense, igualadense, mauresano y rubiense.

Si se compara el eoceno de Barcelona y de los Pirineos de Aragón y Cataluña con el de los Pirineos franceses y de los Corbières,

los equivalentes de los cinco tramos de Vezian son los que siguen: el inferior, ó sea el montserriense, corresponde al grupo de Alet; los castellense, igualadense y mauresano, son, respectivamente, el numulítico inferior, el medio y el superior; y el quinto tramo, de las areniscas y pudingas, es el eoceno lacustre. En opinión de D'Archiac, las denominaciones propuestas por Vezian deben desaparecer de la nomenclatura por inútiles <sup>(1)</sup>.

Con relación á la región cántabro-pirenaica, donde el sistema tiene su principal desarrollo, el Sr. Carez distingue los 17 niveles siguientes, los siete primeros correspondientes al eoceno inferior, el último al superior y los restantes á la parte media del sistema:

- 1.—Caliza con *Bulimus gerundensis*.
- 2.—Areniscas y conglomerados rojos de la base.
- 5.—Caliza con orbitolites y miliolites.
- 4.—Caliza con *Lucina corbarica* y operculinas.
- 5.—Caliza con alveolinas y *Nummulites exponens*.
- 6.—Margas con turritelas, ceritos y otros gasterópodos.
- 7.—Segundo nivel de caliza con alveolinas.
- 8.—Margas con *Nummulites spira*.
- 9.—Capas con *Nummulites perforata*.
- 10.—Capas con *Nummulites complanata*.
- 11.—Calizas y margas con *Velates Schmideli* de gran tamaño.
- 12.—Caliza margosa con *Num. striata* y *Schizaster*.
- 15.—Margas con *Nummulites granulosa*.
- 14.—Margas con *Schizaster Heberti* y *Turritella Savariensis*.
- 15.—Margas azules con *Serpula spirulæa* y orbitolites.
- 16.—Margas azules y areniscas con vegetales.
- 17.—Pudingas superiores.

Los cuatro niveles primeros sólo se encuentran en algunos puntos de Cataluña y Aragón, donde la serie es más completa y el sistema está más desarrollado. A consecuencia de un descenso más general, las calizas con alveolinas se depositaron desde los confines de Astu-

(1) *Bull. Soc. géol de France*, 2.<sup>a</sup> serie, tomo XV, pág. 308.

rias hasta las orillas del Mediterráneo, siendo el *Num. exponens* su especie más característica.

El 6.º nivel, caracterizado por la abundancia de gasterópodos y por el *Num. Leymeriei*, se halla confinado en la provincia de Huesca, y el mismo Sr. Carez reconoce que pudiera muy bien reducirse á una facies local de las calizas con alveolinas. Siendo así, nada más lógico que reunir en uno solo los niveles 5.º, 6.º y 7.º, en que reaparecen las mismas alveolinas.

El 8.º nivel sólo se halla en ciertos puntos de Aragón y Cataluña, y es probablemente una dependencia del 9.º, que se halla mucho más extendido por toda la región. En igual caso se halla el 10.º nivel, que se muestra en las provincias de Santander y de Huesca, sin formar una zona bien distinta de la anterior; y también están mal caracterizados por sus fósiles los 11.º y 12.º niveles, ó sean los de las calizas con *Velates* y *Schizaster*, que ocupan grandes extensiones en Aragón y Cataluña.

Siguen los otros cuatro niveles, tres de los cuales más bien son subdivisiones de uno solo, teniendo gran desarrollo el último, ó sea el de las margas y maciños con fucoides, que alcanza considerables espesores.

El último nivel, ó sea el de las pudingas, se desarrolla con cierta independencia de los anteriores, hallándose en muchos sitios en contacto directo con las calizas del eoceno inferior y con el cretáceo. Por su extraordinaria potencia, es susceptible de desdoblarse en dos ó más horizontes.

Es deplorable que con sus mismas aclaraciones, el Sr. Carez demuestre la imperfección de su clasificación.

Todavía no quedó del todo aclarada la determinación precisa de los conglomerados numulíticos, aunque parecen ser éstos la terminación del eoceno, si bien podría ocurrir se fijasen, por fin, como pertenecientes al oligoceno.

En su reconocimiento del valle del Segre, asimiló Leymerie estos conglomerados á la *pudinga de Palassou*, incluyéndolos en su edad *carcasoniense*, juntamente con las areniscas y arcillas que le acom-

pañan <sup>(1)</sup>. En su Mapa geológico de España, Verneuil divide el eoceno en numulítico y areniscas y pudingas, advirtiendo que la pudinga de la Poble de Segur está muy desarrollada en los Pirineos españoles; se extiende hasta Montserrat, y también por Alava y Navarra <sup>(2)</sup>, agregando que podría hacer parte del numulítico ó de los depósitos lacustres sobrepuestos en la colina de Viacamp (Huesca), que considera también eocenos.

Verneuil y Collomb hicieron notar <sup>(3)</sup> que entre la formación de esta pudinga y las calizas numulíticas ocurrieron oscilaciones del suelo de alguna importancia, pues quedó en seco alguna parte de las últimas, dando tiempo á desagregarse y entrar á formar parte de la composición de esa misma pudinga. Sus relaciones estratigráficas con el cretáceo y con el numulítico varían de unos puntos á otros, á causa de la desigualdad de los movimientos á que estuvieron sujetos cuando la región pirenaica tomó su relieve actual, precisamente en la época de su formación. Esos movimientos levantaron los terrenos en unos parajes sin hacerles perder apenas la horizontalidad de sus capas, como debió suceder en Alava, mientras que en otros sitios las inclinaban con diversos buzamientos, determinando marcadas discordancias en los Pirineos de Aragón y Cataluña.

El Sr. Vidal cree que los conglomerados supranumulíticos de los Pirineos catalanes no son asimilables á la llamada *pudinga de Palassou*, y que mejor se podría colocar en la base del mioceno; pero en vista de las ideas emitidas por Leymerie, Verneuil y otros observadores, prefiere aplazar su determinación cronológica hasta examinar otros puntos no explorados de la provincia de Lérida <sup>(4)</sup>. «La posición de estos conglomerados—agrega—con relación al cretáceo y al numulítico, permite fijar la edad relativa del Montsec y de las demás montañas que le siguen hasta la confluencia de los dos ríos, puesto que, viéndose en todas el numulítico dislocado, así como el

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 2.ª serie, tomo XXVI, pág. 660.

(2) *Ibid.*, tomo XVIII, pág. 335.

(3) *Ibid.*, tomo XIII, pág. 675.

(4) *Bol. Com. Mapa geol.*, tomo II, pág. 344.

cretáceo, y recibiendo los estratos horizontales del conglomerado superior, hay que reconocer que la época de su levantamiento debe ser la misma que la de la cordillera pirenaica, ya que en ésta las rocas cretáceas y numulíticas están colocadas del mismo modo con respecto á los conglomerados.»

## ARTÍCULO II

### REGIÓN CÁNTABRO-PIRENÁICA

Por el gran desarrollo que tiene en las vertientes meridionales de los Pirineos, el eoceno imprime los rasgos orográficos más salientes en las provincias de Navarra, Huesca, Lérida, Gerona y Barcelona. Los grandes y pelados riscos de sus sierras, formadas por conglomerados y por calizas compactas, señalan su sello característico en sus pintorescos paisajes, amenos y muy cultivados, cuando al pie de aquellas rocas se reúnen las margas y maciños de la parte media con otras rocas de otros sistemas. Pero cuando sobre todas ellas se extienden por muchos kilómetros cuadrados de extensión los bancos del eoceno lacustre, por regla general muy descarnados de tierra vegetal, las comarcas resultan agrestes, á la par que despobladas y de pobre y triste apariencia. Tal sucede en la parte media ó central de la provincia de Huesca, y en no cortos trayectos de las otras cuatro anteriormente citadas.

### ENUMERACIÓN DE LAS MANCHAS

**MANCHA PRINCIPAL PIRENÁICA.**—La mancha eocena más importante de la Península es la que, faldeando la vertiente meridional de los Pirineos en una longitud de más de 440 kilómetros, empieza cerca de las márgenes del río Losa, en los confines de Burgos y Alava, y avanza hasta aproximarse á la desembocadura del Ter en el Mediterráneo (Gerona).

Comienza á P. en una fajita interpuesta entre el cretáceo y el oligoceno, desde las inmediaciones de Sobrón hasta el pie meridional de los montes de Guibijo. Desde este último hasta las vertientes del S. de los montes de Vitoria principia su límite meridional, casi siempre en contacto con el cretáceo, dirigido al NE. hacia los montes de Urbasa, marcando un pequeño golfo en torno del pico Beriain (1485 metros), y continuando por aquel rumbo hacia la frontera de Francia, la cual cruza entre el Pico de Ory y los confines de Navarra y Aragón, en el contacto de los valles de Roncal y Ansó, después de rodear un cabo cretáceo que avanza por las márgenes del Esca hasta Isaba.

Desde el comienzo de la provincia de Huesca dicha línea límite se arrumba al SE. con diferentes inflexiones, que se acentúan en cuanto, pasando el Noguera Ribagorzana al S. de Arén, penetra en Cataluña. La primera inflexión es la que determina un golfo pequeño entre Gorp y Reguart, al NO. de Tremp; la segunda inflexión, mucho mayor y muy irregular, es la que contornea el Montsech, al S. de la misma villa, y revuelve al O., penetrando de nuevo en Aragón hasta Tolva, donde el sistema se reduce á un largo y estrecho canal comprendido entre el infracretáceo por un lado y el cretáceo por el otro.

En cuanto rodea las vertientes orientales del Montsech, donde ya el sistema recobró el ancho que antes tenia, la línea más septentrional limita un golfo hasta cerca de Abella de la Conca, y un cabo cretáceo y liásico hasta Peramolla, al NE. de la cual cruza el Segre. A partir de aquí se arrumba la línea al NE.; circuye las sierras cretáceas de Berga hasta la Pobla de Lillet, desde la cual se marca otra canal que revuelve á P. hasta Fornols, entre el jurásico y el cretáceo.

A partir de la Pobla, el eoceno toca al siluriano hasta Campellas, y desde este pueblo hasta Creixenturra, la línea de contacto limita varias fajitas triásicas, jurásicas y cretáceas, anteriormente descritas. Desde el último pueblo citado hasta Bassagoda, vuelve á estar en contacto el eoceno con el siluriano, acompañado de varios islotes.

llos porfídicos y de otras formaciones; y por fin, arrumbada al NE., acaba la citada línea en contacto del cretáceo entre Pinaró y Viure, y del granito entre este último y Peralada.

No menos sinuosa es la línea límite oriental de esta gran mancha que se oculta debajo del cuaternario, entre Peralada y la Escala, rodeando el islote jurásico de Figueras y en contacto con los terciarios de San Mori. Entre la Escala y Torroella impide su llegada al mar un islote cretáceo; y pasado este último, de nuevo toca al sistema el cuaternario con repetidos entrantes y salientes hasta las inmediaciones de Gerona, en las cuales se interpone el remate de una mancha siluriana y el extremo de una fajita cretácea.

El límite occidental de esta gran mancha eocena coincide con la estrecha fajita que rodea el islote oligoceno de las inmediaciones de Miranda de Ebro; y á partir de Peñacerrada, la línea que determina los confines meridionales de aquella, continúa por el cretáceo hasta las vertientes de los montes de Urbasa, entre los cuales y Estella rodean un cabo cretáceo. Desde las inmediaciones de Estella hasta la sierra de Santo Domingo, en los confines de Zaragoza y Huesca, y arrumbada casi de O. á E., toca la línea eocena al mioceno lacustre de la cuenca del Ebro; y desde la misma sierra hasta el pie de la de Guara, nuevamente limita al sistema que describimos la formación cretácea, acompañada de manchitas triásicas y diluviales hasta la sierra de Alquezar, al pie de la cual, y hasta la de Estadilla, se interpone de nuevo el mioceno lacustre.

Pasado este contacto, la línea del límite meridional rodea con multiplicadas inflexiones las fajitas cretáceas, liásicas y triásicas de las sierras del Montsech y de Camarasa, desde donde hasta las márgenes del Ribagorzana, retrocede hasta Ibars. Entre este pueblo hasta Roqueta, al SO. de Igualada, limita por el S. al eoceno el mioceno lacustre, y entre éste y el cretáceo se intercala una fajita numulítica que avanza hasta Montbrió de la Marca (Tarragona).

Con varias inflexiones, la línea del límite meridional toca la fajita cretácea, que desde el último pueblo citado se prolonga por la sierra de Montserrat, continúa al E. de Centellas y de Vich y termina en

La Roca, al NO. de Gerona, y cerca de esta capital remata la misma línea en contacto de rocas basálticas y de la mancha cuaternaria que está comprendida en el granito hasta Santa Coloma de Farnés y Masanet de la Selva.

No mide menos de 16526 kilómetros cuadrados la extensión de esta gran mancha, de los cuales corresponden 140 á la provincia de Burgos, 495 á la de Alava, 5502 á la de Navarra, 755 á la de Zaragoza, 4640 á la de Huesca, 2277 á la de Lérida, 1595 á la de Gerona, 5406 á la de Barcelona y 18 á la de Tarragona. Las ciudades de Pamplona y Gerona, las cabezas de partido de Estella, Aoiz, Sos, Jaca, Boltaña, Solsona, Igualada, Mauresa, Vich, Berga y Olot y cerca de dos mil lugares y aldeas, se hallan edificados en ella.

**FAJITA DE COLOMBRES.**—Parte en Asturias y parte en Santander, paralela y muy próxima á la costa, se intercala entre el cretáceo una fajita, que á poco más de un kilómetro al E. de Pesués se bifurca en dos ramas: la más ancha, que es la del S., se dirige por Serdio hasta cerca de Lamadrid, y la otra termina en la misma villa de San Vicente de la Barquera. Se reduce su superficie á 52 kilómetros cuadrados, de los cuales seis corresponden á Asturias y los restantes á Santander.

**OTRAS MANCHAS SANTANDERINAS.**—Sobrepuestas al cretáceo y tocando á la costa se dibujan en el mapa otras tres manchitas eocenas, que suman 10 kilómetros cuadrados: la primera al N. de San Vicente de la Barquera; la segunda en el cabo Oriambre, á poca distancia al NE. de esta villa, y la tercera en San Román, al NO. de Santander.

**FAJITA ANULAR DE VILLARCAYO.**—Limitada casi enteramente por el cretáceo y en contacto al NE. con una manchita triásica, rodea el islote oligoceno de Villarcayo una fajita anular, que se desarrolla con una longitud de 78 kilómetros, quedando reducida á 50 cuadrados su superficie.

**MANCHAS SORIANAS.**—Aunque algo alejada de la región cántabro-pirenaica, tal como la comprendimos en los capítulos anteriores, con ésta deben relacionarse, pues que en la central no asoma el sistema,

unas manchas, que en el Mapa general se dibujan como eocenas, en las inmediaciones de Soria. La principal está limitada al N. en esta capital por una manchita infracretácea y otra jurásica, ocultándose bajo el diluvial desde las márgenes del Duero hasta Peroniel. Su límite oriental toca al oligoceno entre este último pueblo y Villanueva de Zamajón, á partir del cual su límite meridional se halla en contacto sucesivamente con el oligoceno, los aluviones del Rituerto y el mioceno desde Almarail y el Duero. Entre este río y su extremo occidental se sobrepone al sistema una mancha diluvial hasta pasado Onsanilla, y el mioceno al pie del pico Hinojejo, que sobresale en el cretáceo, con el cual se rematan hasta Soria sus linderos del NO. La superficie de esta mancha es de 525 kilómetros cuadrados.

Unos 24 más suman seis islotes que asoman entre el cretáceo y el mioceno en la Hinojosa, al S. de Uvero, en Burgo de Osma, al N. de Calatañazos, y en las cercanías de Nodelo, así como otro enclavado en el diluvial de Ontalvilla de Valcorva.

**MANCHITA DE SANTA CRUZ.**—Junto á Santa Cruz de Campezu, en el remate SE. de Alava, envuelta por el cretáceo, y dividida en dos secciones por una mesa diluvial, hay una manchita eocena, que apenas llega á dos kilómetros cuadrados de superficie.

**MANCHITA DE SALINAS DE JACA.**—Unos tres kilómetros cuadrados de extensión en la provincia de Zaragoza, y poco más en la de Huesca, mide una manchita alargada, en que se halla Salinas de Jaca, envuelta y separada de la principal pirenaica por la fajita cretácea que limita á esta última por el S. en esta parte de Aragón.

**FAJITA DE TARTAREU.**—Con 13 kilómetros cuadrados en la provincia de Huesca y 50 en la de Lérida, encaja, entre otras cretáceas, una fajita eocena en que está edificado Tartareu, y la cual comienza cerca de Saganta y remata al E., junto á la manchita liásica de Santa Liña.

**OTRAS MANCHAS DE LA PROVINCIA DE HUESCA.**—Por las altas montañas de los Pirineos, las dislocaciones stratigráficas y las grandes corrientes de denudación, dejaron aisladas de la mancha principal, y sobrepuestas al cretáceo, otras varias eocenas, que suman unos 30 kilómetros cuadrados de extensión. Hay cinco alargadas en una fila

alineada al SE., entre las Tres Sorores y Saravillo; otras dos paralelas encajan entre las Tres Sorores y Torla; asoman otras dos sobre la izquierda del Cinca, al NE. de Boltaña; otra menor sobre la izquierda del Esera, debajo del Run, y, por fin, la mayor, entre Cardileño y Pont de Suert, sobre la derecha del Ribagorzana.

Comprendidas entre varias fajas cretáceas y triásicas, hay otras eocenas en los límites de la tierra llana de la provincia y cerca de los confines de Lérida: dos al E. de Estadilla; otra en la vertiente oriental del pico Buñero; otra alargada en Baldellou, y otra mayor que desde Saganta se prolonga al SE. hasta San Salvador de Castillonroy. Es probable que estas dos últimas se enlacen con la mancha principal pirenaica, uniéndose con la faja de Camarasa.

**OTRAS MANCHAS DE LÉRIDA.**—También los derrumbios dejaron aisladas en los Pirineos de Lérida otras dos manchas eocenas que suman 90 kilómetros cuadrados de extensión, la mayor de las cuales, limitada al N. y al E. por el infracretáceo y en los otros rumbos por el cretáceo, radica entre Monsó y Señus, teniendo en su parte media el lugar de Ortoneda. Otra más pequeña es la de Pobleta de Bellvehi, sobre la izquierda del río Flamisell, limitada al S. por el jurásico y en los otros rumbos por el triás.

**OTRAS MANCHAS GERUNDENSES.**—Sobrepuestas al siluriano, hay, al E. de Gerona, cuatro manchitas que suman 27 kilómetros cuadrados: una en Peratallada, otra en Palafrugell, otra al N. de Pals y otra el E. de San Fructitos, que toca al Mediterráneo.

**OTRAS MANCHAS BARCELONESAS.**—Campins está edificado en una manchita sobrepuesta también al siluriano. Tocando á este sistema, al triás y al cretáceo por el S., y envuelta en los demás rumbos por el mioceno, atraviesa en Martorell el río Llobregat otra mancha irregular que se prolonga en tres fajitas estrechas, la oriental á San Cugat del Vallés, la meridional á Pallejá y la occidental á Aviñonet. Relacionadas con la anterior, hay otras dos manchitas interpuestas entre el mioceno y el cuaternario: una en Ullastrell y otra entre Piera y Masquefa. La extensión de estas cuatro manchas es de 82 kilómetros cuadrados.

## DATOS LOCALES

**Oviedo.**

Muy pequeña es la extensión que tiene en Asturias el terciario, pues se reduce á unos seis kilómetros cuadrados, la mayor parte correspondientes al eoceno marino en el extremo oriental de la provincia, agregándose á él un islote insignificante, clasificado, siquiera sea provisionalmente, en el eoceno superior lacustre.

**Eoceno marino.**

La fajita que corresponde por igual á Colombres (Asturias) y San Vicente de la Barquera (Santander), se compone de los cuatro horizontes siguientes:

- 1.—Caliza con alveolinas.
- 2.—Caliza blanquecina con *Nummulites perforata*.
- 3.—Margas cenicientas con *Nummulites complanata*.
- 4.—Margas azules sin fósiles.

Las capas concordantes sobre el cretáceo inclinan 30° al N. en Colombres, y entre este punto y San Vicente se doblan en un sinclinal. En la primera especie citada se reconocen diversas variedades; entre éstas la *N. columbreusis*, d'Arch., acompañando á ambas, en los dos niveles, los *Num. Lucasana*, Defr.; *N. Ramondi*, Defr.; *N. biarritzensis*, Arch.; *N. obsesa*, Leym.; *N. granulosa*, Arch.; *N. exponens*, Sow., y *N. spira*, Rois. Encuéntranse también entre las margas el *Conoclypeus conoideus* y otros erizos, *Ostrea gigantea* y otros moluscos, *Serpula spirulæa*, etc.

**Eoceno lacustre.**

Al O. de Oviedo hay una formación yesífera que no supo Schulz si referir al cretáceo ó al terciario. Se prolonga hasta cerca de la plaza de toros, y las trincheras del ferrocarril, al N. de la capital,

la cortan en capas horizontales compuestas de margas blancas un poco verdosas, con yeso en cristales y en lechos subordinados. No se encuentran fósiles en estas capas; pero siguiendo el camino hacia Lugones, halló Barrois <sup>(1)</sup> trozos aislados de caliza blanca margosa con fósiles terciarios. Uno de éstos parece convenir con el *Planorbis castrensis*, Noul., de las calizas lacustres inferiores de Castres, en el Tarn (Francia), en que se hallaron restos de *Lophiodon* y *Palæotherium*; otro planorbis pequeño es semejante á los *P. obtusus* y *P. spretus*, del eoceno superior, y los fragmentos de limneas, que con ellos se hallaron cerca de Oviedo, convienen mejor con las formas alargadas del eoceno superior que con las del mioceno.

**Santander.**

Verneuil fué el primero que dió á conocer el numulítico del extremo occidental de esta provincia, distinguiendo dos tramos: el inferior, esencialmente calizo, con abundancia de numulitos y con algunos bancos de conglomerado interpuestos, y el superior, ó de las margas, donde escasean los fósiles. Poco tiempo después, en su *Descripción física y geológica*, señaló Maestre dos fajitas: la que penetra desde Asturias en San Vicente de la Barquera, y otra comprendida entre la ermita de San Juan, término de Cueto, y el palacio de Soto la Marina, quedando San Román casi en el centro. Al propio tiempo, Sullivan y O'Reilly determinaron el sistema en su mapa de una parte de la provincia <sup>(2)</sup>, comprendiéndolo entre el carbonífero y el cretáceo y tocando al Cantábrico entre San Vicente y el puerto de la Rabia.

Por los confines de Asturias, siguiendo la carretera de Unquera á Potes, sobre las últimas capas cretáceas, perfectamente concordantes,

(1) *Terrain crétacé du bassin d'Oviedo: An. Soc. géol. Nord*, tomo VI.

(2) *Notes of the geology and mineralogy of the spanish prov. of Santander and Madrid.*

yacen los niveles que á continuación se expresan, según las observaciones del Sr. Gascue (1):

1.—Caliza silicea, blanquecina y semi-cristalina, alternante con otra más blanda algo arcillosa, divisible en lechos delgados. En los estratos inferiores no se encuentran fósiles, y en los superiores aumenta gradualmente el número de los numulitos y otras especies.

2.—Arenisca que va pasando á un conglomerado de cantos pequeños de caliza y guijarrillos de cuarzo unidos por un cemento calizo-arcilloso. Suma este nivel un espesor de 100 á 150 metros.

3.—Calizas semejantes á las anteriores, con mayor abundancia de numulitos, equinidos y ostras pequeñas, restos que se hallan sueltos en la colina que media entre Molleda y Unquera y entre este pueblo y Pesués. Son las mismas capas muy fosilíferas de Colombres, citadas anteriormente.

4.—Margas silíceas, blanquecinas y compactas, alternantes en lechos delgados con otras tabulares, también extendidas entre Pesués y Unquera y al L. de esta última hasta la costa.

5.—Caliza silicea, grietada, en unos puntos pizarrea, en otros semi-cristalina, con numulitos y *Serpula spirulæa*, Lam. Termina en ella el sistema, separado, sin duda, por una falla de los estratos cretáceos que siguen más al N.

Sobre las calizas cretáceas que hay al NE. de Celis, hasta el Cueto de Saria, se cruza la serie de capas eocenas con idéntica composición, según puede verse también en el molino de Gandarillas, en la ria de San Pedro. Comienza por la caliza compacta, á la que siguen la arenisca micáfera y los conglomerados de cuarzo y caliza, unidos por un cemento rojizo calizo y arcillo-ferruginoso, intercalándose en ellos algunos lechos muy delgados de caliza. Sobre los conglomerados, que son fácilmente desagregables, yace la caliza con abundancia de numulitos, que resalta desde el alto de Molleda hasta la cumbre del Cueto de Saria (577 metros); y faltando las margas del tramo

(1) Nota acerca del grupo numulítico de San Vicente de la Barquera: Bol. Com. Mapa geol., tomo IV, pág. 67.

superior, se extiende en contacto de aquélla una mancha compuesta de cantos de distintos tamaños de caliza, con numulitos, arenisca y cuarzo, y la cual se halla limitada por la fajita cretácea septentrional de esta parte de la provincia.

Con capas casi verticales ó fuertemente inclinadas al S., se intercala entre el cretáceo, en el castillo, la iglesia y la parte alta de San Vicente de la Barquera, una fajita de caliza compacta, gris, que mide 50 metros de grueso, y tiene en abundancia *Alveolina subpyrenaica* y *Nummulites exponens*. En dirección á Estrada se encuentra una falla, en contacto de la cual reaparece la misma caliza, cubierta por otra con *Num. perforata*, var. *Columbrensis*, prolongándose ambas hasta los confines de Asturias, donde las calizas superiores contienen una ostra muy parecida á la *O. lateralis*, Nils., del cretáceo superior.

Sullivan y O'Reilly encontraron el *Hemipneustes radiatus*, Ag., en las calizas inferiores que yacen concordantes con las areniscas cretáceas en Peña Candil, cerca de Roiz, y de las margas superiores á aquéllas recogió el Sr. Carez, aparte de otros fósiles, el *Cidaris subularis* en una zona apenas distinta de la del *Num. perforata*.

### Burgos.

En esta provincia se reduce el sistema á una fajita anular, ovalada, que, constantemente apoyada sobre el cretáceo, circunscribe el islote oligoceno de Villarcayo, y á varias manchitas de los partidos de Briviesca, Belorado y Miranda, formando parte estas últimas del remate occidental de la gran mancha cántabro pirenaica. Las partes inferior y media del sistema están representadas ligeramente por muy contadas capas de caliza compacta blanquecina; y el eoceno superior, compuesto principalmente de pudingas, está algo más desarrollado; pero puede confundirse fácilmente con el oligoceno.

FAJITA ANULAR DE VILLARCAYO.—Apenas hay sitios en que pase su ancho de 500 metros, y llegando á 76 kilómetros la longitud de

su perímetro, no pasa de 20 kilómetros cuadrados su extensión superficial. Seguramente sus capas se ocultan debajo de toda la mancha oligocena que al S. y al SE. de Villarcayo y Medina de Pomar cruzan los ríos Nela y Losa, poco antes de su unión con el Ebro, á cuya cuenca hidrográfica corresponde esta fajita.

La parte inferior del sistema se reduce á algunos bancos de calizas blanquecinas, que en Govantes contienen alveolinas, se ocultan bajo las calizas oligocenas con 50° de inclinación al S., y están desgajadas por una falla hacia el N., donde las limitan el cenomanense y el turonense.

Contienen también alveolinas las mismas calizas entre Ciquenza y Villarcayo, viéndose además numulitos, orbitolitos y flosculinas entre Quintanacuesta y Valdelacuesta, donde se apoyan sobre el cretáceo superior de la sierra de Tesla.

La mayor parte de las pudingas de la cuenca terciaria de Medina de Pomar corresponden al oligoceno; pero, según advierte el Sr. Larrazet <sup>(1)</sup>, se pueden atribuir al eoceno superior las que se apoyan sobre el eoceno inferior, al S. de Govantes, ó directamente sobre el cretáceo superior, en las cercanías de Quintanilla, Monte Cabezas, La Prada y otros puntos de la falda occidental de la sierra de Ancinosa. Al S. de Govantes inclinan 18° al S.SE., buzamiento muy distinto del de las capas oligocenas que entre Hierro y Ciales inclinan 45° al SO., y de las cuales están separadas probablemente por una falla.

**MANCHA DE LA PEÑA DE GOVIA.**—Con idénticos caracteres á los anotados anteriormente se extiende el eoceno inferior en el extremo NE. de esta provincia, por los términos de Valpuesta y San Zanornil, en los confines de Alava, representada por una caliza blanca y sin fósiles, que forma una faja estrecha entre el senonense y el eoceno superior. Este último se muestra mucho más desarrollado, apoyado directamente sobre el cretáceo, que tiene realmente mayor extensión

<sup>(1)</sup> *Recherches géologiques sur la région orientale de la prov. de Burgos*, pág. 197.

que la señalada en el Mapa general. El eoceno superior se compone de pudingas, de cantos de cuarzo y de caliza, alternantes con molasas arcillosas, que se alinean verticales al N.NE. entre Sobrón y Puentelarrá, prolongándose hacia el S. de Buggedo, donde buzan 40° al N.NO.

**MANCHAS DE BELORADO Y BRIVIESCA.**—Entre Pradoluengo y Belorado, y al N. de Rábanos, se marcan en el Mapa general unas manchitas cuaternarias que en gran parte corresponden al eoceno superior, según el mismo Sr. Larrazet ha rectificado. Las pudingas que las formaron están compuestas de cantos de calizas margosas del jurásico, inclinan de 15 á 50° al N.NO. y están cubiertas cerca de Belorado por capas yesosas casi horizontales, lo que prueba que son independientes de estas últimas.

Apoyadas sobre el borde meridional de la gran mancha cretácea se encuentran iguales pudingas al N. de Navas de Bureba y de Cascajares, penetrando en el término de Cellorigo (Logroño) separadas del oligoceno por la falla que pasa por Escóbados. Esta fajita eocena está confundida con el mioceno en el Mapa general.

### Alava.

Sencilla es la composición del eoceno en esta provincia, pues se reduce á los dos tramos extremos: el inferior, ó sea de la caliza con alveolinas, y el superior, ó los conglomerados supranumulíticos, faltando los intermedios de las margas y de los maciños con fucoides.

**CALIZA DE ALVEOLINAS.**—Es compacta y blanquecina y forma en la cumbre de la sierra de Urbasa un sinclinal de suaves pendientes hacia su centro, con altas escarpas en sus contornos. Igualmente, por la fácil desagregación de las rocas arenosas senonenses sobre que se apoyan, se hallan tajadas con profundos cortes las calizas del riachuelo de Cicujano, cerca de Maestu, así como las de Antoñana y Oquina. En el barranco de este último estas calizas, 8 (fig. 4), ligeramente



inclinadas y concordantes sobre el senonense superior, 7, se ocultan bajo los conglomerados supranumulíticos, 9.

En la caliza eocena de grano basto de Oquina abundan los moldes de *Cardium*, *Lucina*, *Turritella*, *Natica* y otros moluscos, que imprimen á la fauna un aspecto propio del eoceno medio más bien que del inferior. Al reaparecer en las inmediaciones de Marquínez,

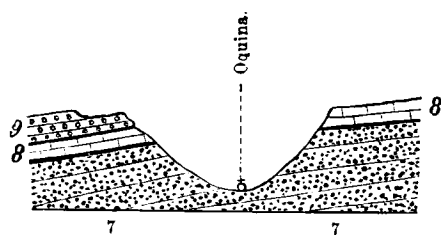


Fig. 1.—Corte por Oquina, según el Sr. Adán.

pués de ocultarse algunos quilómetros debajo del conglomerado, en esa caliza se encuentran señales de un *Cerithium* parecido al *C. giganteum* ó al *C. Leymeriei*.

En el mismo término de Marquínez, así como en el

de Apellániz, se observan efectos notables del derrubio de la caliza, que quedó hecha jirones entre el cretáceo.

En los alrededores de Bóveda (Val de Gobia), contienen con abundancia moldes de *Ostrea*, *Pecten*, *Lucina* y otros lamelibranquios, así como un *Nautilus* parecido al *N. Lamarcki*, Desh.; y por fin, en las cercanías de Maestu se hallan impregnadas de asfalto, en relación con una erupción ofítica, por la cual sus capas aparecen onduladas con diversas inclinaciones. Entre Maestu y Sabando la caliza arcillo-sabulosa contiene gran número de numulitos pequeños y el *Amblypigus Michelini*, Cott.

**EOCENO SUPERIOR.**—Está constituido principalmente por unos conglomerados formados de gruesos cantos calizos cimentados por una marga sabulosa de color rojizo, incluyendo además el Sr. Adán de Yarza en este sistema unas calizas arcillosas que supone anteriores al oligoceno <sup>(1)</sup>.

Comienzan los conglomerados en los contornos de Marquínez y Oquina, inmediatamente sobrepuestos á la caliza con alveolinas, en capas ligeramente inclinadas hacia el centro de la cuenca lacustre de

(1) *Descripción física y geológica de la provincia de Alava*, pág. 88.

Treviño y Miranda, extendiéndose por Urarte, Sáseta, Pariza, Ajar-te, Aguillo y otros pueblos, en cuyos términos no baja de 100 metros de espesor.

Más al O., los conglomerados buzan marcadamente al S. apoyados directamente sobre el cretáceo, reducidos á una estrecha fajita que al NO. de Pinedo se encorva para pasar cerca de Tobillas, Quejo, Nograro y Bachicabo, donde casi desaparece, ensanchando de nuevo en las orillas del Ebro, por las inmediaciones de Sobrón. Por efecto de los trastornos relacionados con la erupción ofítica de Salinas de Añana, hay al NE. de esta villa otro afloramiento de conglomerados en que sus capas aparecen levantadas hasta la vertical.

Los cantos rodados que componen estos conglomerados son casi todos de caliza numulítica en la parte oriental de la cuenca, y de ca-

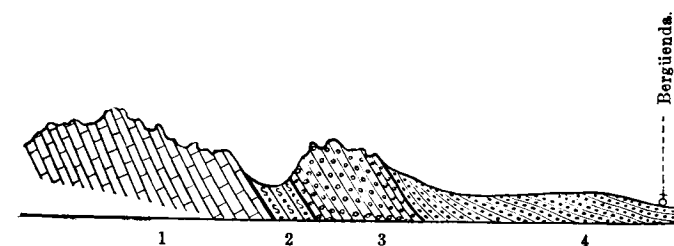


Fig. 2.—Corte por el terciario de Bergüenda, según Verneuil.

lizas y margas cretáceas en la occidental, faltando entre ellos los de ofita, cuyos asomos fueron indudablemente posteriores á su formación.

Al S. de Pobes los conglomerados eocenos, 5, se apoyan directamente sobre las margas senonenses; así como al N. de Villañane, y en los montes de Sobrón, yacen muy inclinados sobre las calizas, 1 (fig. 2), y margas cenomanenses, 2, cubriéndoles las molasas miocenas, 4, por el lado del E.

En la planicie de Santa Cruz de Campezu existen varios asomos de conglomerados con cantos de caliza numulítica en contacto con el cretáceo, cubiertos en parte por masas diluviales, y los cuales, por su analogía con los acabados de describir, se consideran eocenos por el Sr. Adán.

También sobre las calizas numulíticas de la ermita de Santa Teodosia y de otros puntos de la sierra de Urbasa, se ven algunos restos de conglomerados eocenos, que se extendieron indudablemente más al O. y desaparecieron casi del todo por repetidas denudaciones.

Las calizas arcillosas que incluye el Sr. Adán de Yarza en el eoceno superior, forman dos fajas de colinas al S. de la cuenca lacustre de Treviño. Una de estas fajas se extiende desde Peñacerrada á Loza y termina á L. de Faido y cerca de Pipaón, y la otra empieza á dos kilómetros al NO. de Payueta, pasando por los términos de Berantevilla, Zambrana y Portilla. En esas calizas, que son agrisadas, se observan algunas impresiones de moluscos y no contienen los fragmentos de cuarzo que se observan en las oligocenas de la cuenca de Treviño. Buzan al N. discordantes sobre el cenomanense de la sierra de Toloño, y probablemente forman un lentejón sobre los conglomerados supranumulíticos, los cuales, ofreciéndose con gran espesor hacia Sáseta y Urarte, se van adelgazando cerca de Faido hasta desaparecer á dos kilómetros á L. de este pueblo bajo tales calizas. Estas van á encontrar por bajo del oligoceno los conglomerados supranumulíticos de San Vicentejo, que se apoyan directamente sobre las senoneuses, granudas y pardo-amarillentas, de los montes de Vitoria.

En estos últimos, encima de Subijana, el eoceno está únicamente representado por los conglomerados de calizas numulíticas, que yacen concordantes sobre las margas cretáceas con *Ananchytes*, y cubiertos por las molasas miocenas de agua dulce. Las mismas rocas se prolongan entre Sobrón y Bergüenda, donde forman un terreno riscoso y pintoresco, hallándose desgajadas por dos fallas en un desfiladero donde miden 80 metros.

Cerca de Pobes el ferrocarril de Bilbao cruza el límite occidental de esta faja de pudingas.

En la Puebla de Arganzón, entre Vitoria y el Ebro, las pudingas de Pallassou, en capas inclinadas y concordantes con las margas numulíticas, se componen de cantos de calizas cretáceas y del eoceno inferior.

Para terminar lo relativo al eoceno de Alava, debemos rectificar el error en que incurre el Sr. Carez en el corte imperfectamente trazado entre Vitoria y Miranda, pues las margas senoneuses que señala no buzan al NE., sino precisamente en el rumbo opuesto.

### Navarra.

A medida que la faja eocena cántabro-pirenaica se prolonga hacia el E., va adquiriendo creciente desarrollo por la intercalación de nuevos horizontes y el gradual aumento en el espesor de los distintos tramos del sistema. Pasando de Alava á Navarra, es como si de la playa de un mar en fuerte declive á L. se fuese entrando en aguas cada vez más hondas, que llegan á un máximo de profundidad en los Pirineos de Aragón y Cataluña.

Para Navarra estableció Carez cuatro niveles eocenos <sup>(1)</sup>, á los cuales señaló los espesores que á continuación se expresan:

- 1.—Caliza con alveolinas = 70 metros.
- 2.—Caliza con *Num. perforata* = 50 metros.
- 3.—Margas azules = 150 metros.
- 4.—Pudingas superiores con margas y maciños = 100 metros.

Esas cifras no pueden representar el promedio de los espesores respectivos de esos cuatro tramos en esta provincia; y si se admitiesen como aproximados para un punto determinado, Pamplona por ejemplo, serían demasiado elevadas para los confines de Alava, y excesivamente bajas para los de Aragón.

Siguiendo nuestras observaciones de hace algún tiempo <sup>(2)</sup>, consideramos dividido el sistema en dos grupos distintos: 1.º, numulítico propiamente dicho; y 2.º, el eoceno lacustre, análogamente á la división que hicimos para la provincia de Huesca en nuestras primeras excursiones.

(1) *Etude sur les terr. cret. et tert.*, pág. 236.

(2) *Bol. Mapa geol.*, tomo IX, pág. 48.

**Eoceno marino.**

Considerable extensión presenta el numulítico en Navarra, sobre todo en su región NE., donde penetran las mismas capas que en el Alto Aragón; pero su composición es menos compleja. Análogamente se ven en Navarra tres zonas diferentes: la caliza, ó inferior; las margas azules, ó media, y la de margas y maciños alternantes, ó superior. En muchas partes son casi exclusivas estas últimas; en otras, es dominante la primera; en torno de Aoiz y Pamplona, las margas adquieren gran amplitud, y, en conjunto, el grupo se desarrolla en una gran mancha por las regiones central y NE. de la provincia.

Donde predominan las calizas, el país tiene aspecto algún tanto pintoresco, ya en sierras, casi totalmente constituidas por ellas, ya asociadas á las cretáceas, en las estrechas gargantas por donde serpentean los ríos que determinan algunos de los valles pirenaicos. Mas en donde el país está constituido por las margas y maciños, la sequedad de su suelo es extraordinaria, y sólo vegetan matas de boj y otros arbustos más raquíticos.

Las sierras de Urbasa y Andía constituyen un avance occidental del numulítico, estrechado al S. y al N. por el cretáceo de las Amézcoas y de la Barranca respectivamente; y el límite septentrional de aquél sigue, desde las vertientes NE. de Andía, por las márgenes del Laraun, á Erroz y Gulina, á la parte inferior de los valles de Atez, Odieta y Anué, cruzando la carretera de Pamplona al Baztán, entre Ostiz y Burutain; invade el valle de Esteribar hasta cerca de Leranoz y Zubiri; sigue más á L., con inflexión al SE. por Errea y Urritelgui; corta al Irati junto á Uriz; se acerca al puerto de Areta en Aristu, ocupando los valles de Salazar y Roncal casi por completo, tocando la frontera al E. del pico de Ori, hasta los confines con Ansó.

Su límite meridional queda comprendido en las escarpas, también meridionales, de las sierras de Urbasa y Andía; la prolongación cretácea de los valles de Goñi y Olo le estrechan en su continuación; circunscribe las manchas triásicas y ofíticas de Arteta, Ulzurrum y

Salinas de Oro; se prolonga hasta las orillas del Arga, junto á Echaurri; rodea por el N. la sierra del Perdón; corta la carretera de Tafalla al N. de Tiebas, de donde se dirige á Moureal. Desde esta villa hasta Aragón, la línea que la separa del eoceno lacustre sigue próximamente paralela, á corta distancia de la carretera de Lumbier y de Tiermas.

Varios cordones montañosos, que en cada valle que cruzan forman otros tantos estrechos ó gargantas sobre los ríos que les determinan, sobresalen en la mitad oriental de los Pirineos navarros, y son debidos á la interposición de las calizas numulíticas entre las margas azules.

Recorriendo de S. á N. el valle del Roncal, el primer cordón que se encuentra es el que separa el término de Burgui del de Salvatierra (Aragón), donde las calizas, inclinadas al NE., son cubiertas por margas, que se tienden gradualmente en los kilómetros 17 y 18 de la carretera, y se arquean repetidas veces entre los 18 y 19. Algunos bancos de colores oscuros, y más ricos en carbonato de cal que en arcilla, pasando de margas á calizas arcillo-carbonosas, toman aspecto brechoide; y otros, con ellos alternantes, contienen extraordinaria cantidad de numulitos (*N. exponens*, *perforata* y *Lucasana*).

Se alzan entre los kilómetros 20 y 25 los altos riscos de la Bochuela, tortuosa garganta formada por el segundo cordón de calizas, que inclinan pocos grados al NE. en su remate; de nuevo, merced sin duda á una falla, asoman las margas azuladas y oscuras, alternantes con calizas negras veteadas y divisibles en hojas que, en Roncal, inclinan fuertemente al N.NE., buzamiento predominante en casi todo el valle, aparte de los repetidos pliegues, roturas y fallas que á lo largo de él se hallan. Por estas dislocaciones se vuelven á encontrar las calizas arcillosas grises y negruzcas, llenas de numulitos, entre Roncal y Urzainqui, y en las cercanías de Isaba, y las margas y los maciños con fucoides, donde aquéllas quedan cortadas repentinamente.

El estrecho de Peñagorria, de más de tres kilómetros de largo, es la solución de continuidad del tercer cordón montañoso que se

marca sobre el Esca, con los pintorescos picos de Lecegurria, Gazte-lugaina, Burcuburna, Arvacivieta y otros varios.

Al N. de Isaba, en la Foz de las Ateas, bajo las calizas arcillosas con numulitos, aparecen otras blanquecinas marmóreas.

Siguiendo el valle de Salazar, vuelven á encontrarse las mismas capas que el río Esca atraviesa; y en la parte alta del valle es constante el buzamiento al NE. de los bancos de margas y calizas arcillosas, con numulitos en los montes intermedios entre Ochagavia y Escaroz, al N. de Oronz y cerca de Esparza.

Se pliegan los estratos entre este último pueblo y Sarries, donde inclinan 60° al S.SO., restableciéndose nuevamente el buzamiento septentrional antes de llegar á Güesa. Desde Güesa á Navascués, las capas aparecen casi horizontales y más bien rizadas que plegadas, con algunas contorsiones y roturas parciales cerca de Uztez; y al S. de Navascués se levantan gradualmente con el siguiente orden de abajo arriba:

- 1.—Caliza con alveolinas.
- 2.—Margas sin fósiles.
- 3.—Caliza sabulosa, parduzca, tránsito á maciño.
- 4.—Caliza con vetas espáticas.
- 5.—Caliza arcillosa con numulitos y granos de cuarzo.
- 6.—Margas grises y azuladas.

Entre Biguezal y Lumbier las calizas con *Num. perforata*, superpuestas á las de alveolinas (*A. melo* y *A. subpyrenaica*), se doblan en un sinclinal, están cortadas por una falla junto al río, que las pone en contacto con las margas pizarreñas sin fósiles, y se ocultan debajo de las margas azules fosilíferas que se extienden hasta Lumbier.

Al O. del valle de Salazar avanza el numulítico entre el cretáceo en una especie de golfo que rodea al pico de Araxa-Mendi, y hasta las márgenes del Satoya, con dos kilómetros de anchura al N. de Aburrea. En tan corto trecho, y enérgicamente dobladas, se suceden las calizas oscuras de aspecto brechoide con numulitos, las margas azuladas y los maciños de fucoïdes con ellas alternantes.

Desde Aoiz al valle de Roncal predominan las margas con maci-

ños de fucoïdes. Hasta Irrozqui yacen las capas, al principio muy inclinadas al SO., después retorcidas hasta ponerse horizontales por corto trecho, con buzamiento contrario é inclinadas de nuevo al SO. Entre Irrozqui y Navascués están horizontales é inclinan ligeramente al NE., buzamiento que predomina hasta Burgui, exceptuando la subida al puerto, en que aparecen rasgadas.

Entre Nagore y Muniaín las margas y maciños de fucoïdes alternantes, con buzamiento meridional predominante, se tuercen en muchos plieguecillos y dislocaciones; y en el camino de la Foz de Muniaín se observan conglomerados de numulitos y brechas numulíticas, que se prolongan al E. en la bajada de Areta á Elcoaz. Dos kilómetros antes de llegar á este pueblo se alzan, á modo de recordados murallones, capas de calizas oscuras con numulitos, desgajadas por una falla de las margas y maciños que entre éstos y las brechas se interponen.

Dos inflexiones principales, con la intercalación de otra faja de caliza, forman las margas y maciños de fucoïdes entre Elcoaz y Arizcuren, buzando las capas al NE. en ambos pueblos, y junto al segundo se levanta de nuevo la caliza de aspecto brechoide y color obscuro con muchos numulitos.

Entre Aoiz y Uriz, ó sea en la parte baja del valle de Arce, se notan los mismos detalles estratigráficos que en los valles anteriores. Las margas alternan con maciños en el portillo de Aldunza; se pliegan repetidas veces entre Aoiz é Itoiz, si bien la marcha general de los estratos conserva su buzamiento meridional. Entre Orbaiz y Nagore, en la Foz de Chinchurrimea, garganta de dos kilómetros de longitud, sobresalen las calizas arcillosas llenas de numulitos, las compactas blanquecinas, semi-marmóreas inferiores, y las gris-oscureas algo arcillosas, en que abundan las operculinas y la *Alveolina ovoïdea*, Lam., que constituyen la base. Con suave inclinación al NE., se doblan las capas en la salida del estrecho, y reaparecen las margas, que de nuevo se pliegan al SO., antes de llegar á Nagore, apoyadas sobre bancos de caliza en Zandueteta y en Uriz, á corta distancia del cual comienza el cretáceo.

Predomina igualmente el buzamiento meridional en el valle de Arriasgoiti y entre Zuzarren y Aoiz, apoyándose sobre las margas cretáceas, las calizas arcillosas y brechas de numulitos, que con las margas y maciños de fucoides alternantes sobrepuestas, constituyen su suelo.

En Gurpegui se arrumban al O.NO., y en Zarpe se desvían al O. 40° N., con 55° de inclinación.

Al SE. de los valles acabados de mencionar, las margas azules tienen un considerable desarrollo, y sobre ellas, ya solas, ya alternantes con algunos maciños de fucoides, se marcha en los itinerarios de Pamplona á Aoiz, de Pamplona á Lumbier, de Aoiz á Navascués, sin que se encuentre fósil alguno en unas y otros. El Sr. Carez hace notar igualmente <sup>(1)</sup> la misma falta, consignando, sin embargo, el hallazgo, al S. de Pamplona, de una *Plicatula* pequeña, que supone inédita: la *P. pamplouensis*. Algunos artejos de tallos de crinoides pequeños hemos hallado últimamente entre Pamplona y la estación del ferrocarril, aparte de algunos orbitolitos.

El eoceno llega hasta corta distancia al S. de Burutain, en el quilómetro 16 de la carretera del Baztán, donde las calizas de color gris claro, algo sabulosas, tienen numulitos pequeños, inclinan suavemente al SO., y están asociadas á margas, también sabulosas. Estas últimas, y los maciños de color gris amarillento, se desarrollan entre los quilómetros 14 y 15, con 60° de inclinación al O.SO.; y entre el 15 y el 12 se intercalan las azuladas, plegadas varias veces, inclinando 20°, con buzamiento predominante al SO. en Olave. Entre este pueblo y Zuriain, una de esas fajas de calizas arcillosas fosilíferas eriza el relieve de estos valles, y otra análoga penetra entre Olave y Anchóriz, en el valle de Esteribar, por cuyo suelo las capas se extienden casi horizontales, ó sumamente onduladas, hasta cerca de Leranoz, donde repentinamente se retuercen y desgarran.

En la sierra de Sarvil, uno de los rasgos orográficos más curiosos de la provincia, una falla enorme hace saltar sobre la derecha del

(1) *Etude des terr. cret. et tert.*, pág. 235.

Arga y del Larrain reunidos, la caliza, cortada con rudas escarpas y colosales quebradas enfrente de la sierra del Perdón, al SO. de Pamplona, determinando el valle de Echaurri, separado de la región montuosa de Azanza, Salinas y Muniaín. Pasa de 500 metros el desnivel de la rotura que existe entre el estrecho de Zabalza y Echaurri, y de 600 el que media entre las crestas de la sierra y el fondo de los rios citados. La caliza compacta, casi marmórea, rica en numulitos (*N. exponens*, *perforata*, *Lucasana*, *Ramondi*, *spira*, etc.) y equinodermos, se arrumba excepcionalmente de N. á S., inclinando suavemente al E., encima de Echaurri, edificado sobre las margas azules.

Avanza la faja numulítica al O., por el estrecho de Atondo, hasta donde llega una estrecha zona de margas arenosas, grises y azuladas, inclinadas 52° al S.SO. y apoyadas sobre las calizas algo arcillosas de los mismos colores, y blanquecinas llenas de numulitos. Queda recortada á L. del valle de Goñi, en la subida de Ulzurrun á Azanza; y sobre las calizas claras senonenses, rasgadas por un asomo de ofita, yacen otras marmóreas nodulíferas, las compactas que contienen *Alveolina ovoidea*, y, por fin, las llenas de numulitos de la sierra de Sarvil, que dos quilómetros al N. de Azanza quedan ocultas en parte por las margas azules. Estas á su vez son inmediatamente envueltas por las calizas arcillo-sabulosas, tránsito á maciños, que se pliegan con buzamiento al NE. entre Azanza y Salinas.

Separa el cretáceo, en dos brazos principales, una faja numulítica que corona las altas mesetas de la sierra de Urbasa, sinuosamente recortada sobre las Amézeas, con tajos casi á pico de las calizas de ambas formaciones. No tiene gran espesor la del numulítico, que es blanquecina y semi-marmórea, con gran cantidad de numulitos y equinodermos, sucediéndola otra cada vez más arcillosa, hasta convertirse en margas ricas en briozoarios, corales y radiolas de *Cidaris*, con algunos ejemplares de *Terebratulina tenuistriata*, entre el puerto de Zudaire y el palacio de Urbasa. Poco antes de llegar á éste, se hace el suelo cada vez más arenoso; y tres quilómetros más adelante se muestra el buzamiento meridional, opuesto al que en un principio se nota. Siguiendo en dirección á Olazagutia, repentinamente

se levantan los estratos, sin que por eso se muestren relieves orográficos dignos de mención, y se reproducen las calizas con numulitos (*N. laevigata*) de gran tamaño, asociadas á otras nodulíferas. Al cabo de un quilómetro se restablece de nuevo la horizontalidad de las capas cortadas en el comienzo de la bajada á Olazagutía, casi toda ella abierta en las margas cretáceas.

Es aneja á la mancha del numulítico de Urbasa, una fajita que cruza el quilómetro 42 de la carretera de Estella á la Barranca, á poca distancia de Burusarren, compuesta de caliza blanquecina con numulitos y equinodermos, en lechos poco inclinados al NE., que se prolongan al N. de Estella por las agudas crestas de San Fausto, donde anormalmente inclinan 67° N.NO. En algunos bancos la caliza es muy compacta, en otros es arcillosa y cuarcífera, y se cuarteja y agrieta en grandes lisos.

#### Eoceno lacustre.

La potente masa de rocas supranumulíticas, anteriores al mioceno, que tanto desarrollo tiene en la provincia de Huesca, penetra en Navarra por las márgenes del Aragón, y se atenúa y estrecha, según se dijo, á medida que se avanza al O. No se marca con toda claridad su línea de contacto con el mioceno, pues en esta provincia no existe la faja intermedia triásica y cretácea que sobresale en la cordillera central de la de Huesca, coincidiendo con sus respectivos confines, ó poco alejada de ellos.

El país, constituido por el eoceno lacustre, es generalmente montuoso, árido, sombrío y pedregoso, alzándose varios serrijones de mediana altura, tales como los de Peña, Ujué y Gallipienzo, al S. y SO. de Sangüesa y la sierra del Perdón, entre Pamplona y Puente la Reina. En torno de Estella sólo se muestra en erizados cerros, poco elevados, sobre las orillas del Ega.

Menos compleja que en la provincia de Huesca se presenta en Navarra esta formación, que tampoco sobresale en sierras tan altas.

Molasas, que á veces contienen restos vegetales, y margas sabulosas pardo amarillentas, rojo-parduzcas y agrisadas, son las rocas predominantes, intercalándose en la base algunos bancos de conglomerados, y hacia el medio de la formación varios lechos delgados de caliza silíceo-arcillosa.

En su contacto con el numulítico, es frecuente se presenten los bancos con grandes dislocaciones é inclinaciones muy fuertes, según se observa en el puente de Yesa, donde se dirigen al O. 20° N., con buzamiento meridional; en Liédana, donde se desvían al O. 55° N.; á dos quilómetros al S. de Lumbier, donde se rasgan repetidas veces, en ciertos trechos casi verticales, é inclinadas en otros al N.NE., como sucede junto á Monreal, al pie del escarpado monte de la Higa.

El buzamiento al S.SO. predomina en sus estratos, generalmente poco inclinados; y un pliegue muy continuado en el sentido de la dirección hace, sin embargo, que aparezan con el buzamiento opuesto en una zona de dos á cinco quilómetros de anchura, que cruza desde Rocaforte al N. de Aibar, y de aquí hacia el pie de la Higa de Monreal.

El conglomerado poligénico de cemento pardo-amarillento es la roca que la distingue más claramente de las otras dos terciarias, entre las cuales se intercala geográfica y estratigráficamente. Aparece en varios bancos alternantes con molasas en la parte media, y señalando los puntos en que se descubre, es como mejor se puede precisar la línea principal que marca en Navarra. Penetra de Aragón dirigido al O. 45° N., con variable inclinación meridional, en los cortados riscos de Peña, 400 metros más altos que las márgenes del Aragón en Sangüesa; se prolonga por las obscuras sierras de San Pedro y de Gallipienzo; más al O., entre Ujué y Abáiz, inclina de 25 á 55° S.SO.; continúa al S. de Monreal, y entre la carretera de Tafalla y la de Estella se eleva en la sierra del Perdón, á partir de la cual invade los términos de Belascoáin, Arnoz y Muez, hasta terminar, discordante con el cretáceo, al pie de la sierra de Andía y en torno de Estella.

Excepcionalmente se intercalan con muy poco espesor algunos

lechos de caliza silíceo-arcillosa, negruzca ó gris obscura, entre las margas, maciños y molasas abigarradas, y contienen, como en Aragón, moldes é impresiones de melanías, específicamente indeterminables, según se observa entre Aibar y Cáseda.

Uno de los itinerarios en que con mayor desarrollo se cruza normalmente la faja eocena lacustre, es el que se sigue desde Monreal á Ujué, en dirección al Aragón en Carcastillo. Fuera de los bancos de pudingas, antes mencionados, todo el trayecto se efectúa sobre alternaciones, muchas veces repetidas, de maciños y margas sabulosas abigarradas, cuyas capas, con buzamiento predominante meridional, se arquean entre Guetardar y Eslaba, se alzan casi verticales en Abáiz, y se tienden casi horizontales en torno de Ujué. En este elevado pueblo, en el monte Anduz y al S. de Monreal, alcanzan los bancos de 250 á 500 metros de altura, sobre los tortuosos vallezuelos y barrancos que recortan las sierras en todos sentidos. La alineación de las capas viene á estar comprendida entre N. 12° O., que se observa en Sabaiza, y O. 51° N., que se nota en Ujué.

Más al O., siguiendo la carretera de Pamplona á Tafalla, el territorio es menos quebrado, de aspecto menos sombrío, y dibujan una comba los estratos de esta formación, inclinados al S.SO. en Barasoain, y doblados al N.NE. en Pueyo, desde donde es más difícil su distinción del mioceno.

Entre Astráin y la sierra del Perdón, delgadas capas de yesos de uno á 20 centímetros de espesor alternan con lechos de margas azuladas y amarillentas, muy arcillosas las unas, otras más sabulosas. Siguiendo la carretera de Estella, desde el kilómetro 14, los bancos de conglomerado, con ligera inclinación meridional, forman en los cortes del N. cornisas poco salientes que coronan la sierra del Perdón; y así continúan tres kilómetros, alternando con margas rojizas, parduzcas, amarillentas y agrisadas y molasas, que se prolongan al O., entre Mendigorriá y Salinas de Oro. Junto á la sierra de esta última, al E. de Arnoz, se ve el contacto de las pudingas y la caliza numulítica, en capas fuertemente inclinadas al SO.

En las márgenes del Arga se cortan, junto á Belascoain, las pu-

dingas, que llegan hasta cerca de Salinas; abundan las margas abigarradas en Arnoz, donde se suaviza la inclinación al SO. de los estratos; sobre ellas yacen horizontales los maciños entre Guirguillano y Puente la Reina, alzándose de nuevo las capas con fuerte inclinación al S.SO. en Mendigorriá, desde cuyo punto es muy difícil su distinción de las rocas miocenas. También es difícil su deslinde en las cercanías de Estella, y provisionalmente al eoceno atribuyo las erizadas crestas alineadas que existen entre dicha ciudad y Muniaín. Los conglomerados, molasas y margas sabulosas, se pliegan y desgarran repetidamente hasta tres kilómetros al N. de Estella y hasta cerca de Zubielqui, siguiendo la carretera de Vitoria, alzándose también como centinelas avanzados en el rumbo opuesto hacia Villatuerta, y desgajándose del cretáceo por varias fallas entre Zubielqui y Ayegui.

Siguiendo la carretera del N., se marcha desde Estella dos kilómetros y medio sobre las molasas alternantes con las pudingas, que después de una corta interrupción por el numulítico, penetran, á modo de golfo, hasta el pie meridional de la sierra de Audia.

Algunos isleos anejos asoman en el extremo occidental de esta faja eocena. Uno de ellos es el que se introduce entre el trias y el numulítico, en la mitad de la bajada de Azanza á Salinas de Oro, exclusivamente constituido por un grueso banco de pudingas de cantos voluminosos. Otras manchas parecidas de conglomerados se intercalan entre el cretáceo, al O. de Estella, una en Aucín y otra entre Acedo y Zúñiga, ambas en relación con las capas de molasas rojizas yesosas y conglomerados alternantes, que se hallan en la subida de Olejua á Monjardín, en cuyas faldas orientales, desde Villamayor á Luquin, se levantan suavemente inclinadas al SO.

Cerca de Aucín, las pudingas cubren directamente al cretáceo, y toman cierto desarrollo en las inmediaciones de Santa Cruz, donde se intercalan algunos bancos de margas y areniscas.

### Logroño.

Poca importancia y poca extensión tiene en Logroño el eoceno, que en todo caso se reduce á unas fajas pequeñas que el Sr. Sánchez Lozano incluyó en la parte superior del sistema por su estudio comparativo con los depósitos sincrónicos de las provincias limítrofes.

En diversas localidades de la vertiente meridional de los montes Obarenes y de la de Toloño, sobre las calizas cretáceas de sus crestas, yacen unos conglomerados en bancos muy inclinados y discordantes con las areniscas miocenas que sobre ellos descansan, tan levantados como los cretáceos y subordinados á los mismos movimientos.

A lo largo del borde opuesto de la cuenca terciaria, entre Villarroya y Préjano, los conglomerados, fuertemente levantados, pasan gradualmente á las areniscas de la división inferior del mioceno, sin discordancias estratigráficas bien marcadas que obliguen á incluirlos en otro sistema geológico. Los que deben referirse al eoceno asoman en isleos de extensión muy reducida, circunscriptos por las areniscas miocenas en la parte S. y apoyados directamente sobre las capas cretáceas en la septentrional, constituyendo una línea de jalones que demuestra que forman, por debajo de las areniscas miocenas, una orla estrecha extendida de E. á O.

Los cantos rodados que entran en ellos proceden de las calizas cretáceas en su mayor parte; entre ellos se encuentran guijos de cuarzo, arrastrados de los estratos infracretáceos, y la parte que los une está compuesta de arcilla, carbonato de cal, arena y óxido férrico, que comunica á la roca color rojizo.

En la subida de Ribas al puerto de Peñacerrada forman una mancha cortada por la carretera, y al N. de Briñas describen sus bancos un anticlinal muy agudo, que puede observarse cerca de Las Conchas de Haro.

La calzada romana que pasa al O. de San Felices, corta una faja muy estrecha de conglomerados idénticos en bancos casi verticales; y por fin, entre la Peña de Jembres y el alto de la Morquera, cerca de la carretera de Tirgo á Miranda, al E. de la misma, asoma otra en bancos muy inclinados.

### Soria.

En esta provincia el terciario ocupa la zona comprendida entre los contrafuertes de las sierras del N. y los páramos de la región meridional, excepción hecha de los isleos cenomanenses del valle del Duero y de las manchas diluviales de la vertiente derecha del mismo.

Las rocas detríticas predominan en este sistema, pues las calizas sólo se muestran en los niveles superiores de algunas mesetas que han resistido á la denudación. Como escasean los fósiles, si bien se distinguen inmediatamente las formaciones terciarias de los que las precedieron, no es tan fácil establecer la división de aquéllas en sus diferentes sistemas, y se hace preciso apoyarse tan sólo en sus relaciones estratigráficas, no siempre suficientes para suplir la falta de pruebas paleontológicas. Puede, sin embargo, asegurarse que en la provincia se ofrecen los sistemas eoceno y mioceno; pero además yacen intercaladas en el campo de Gómara y en el valle del Henar unas capas discordantes con las de aquellos dos y de composición muy distinta, que por su posición estratigráfica y por su naturaleza mineralógica, el Sr. Palacios refiere al oligoceno <sup>(1)</sup>.

No se halla en esta provincia la caliza numulítica ni roca alguna que pueda referirse á la zona geológica á que corresponde, y, por consiguiente, no se puede apreciar una relación directa entre ella y las rocas detríticas supracretáceas de que se trata; mas atendiendo á la discordancia que los depósitos que suponemos eocenos ofrecen con los demás terciarios, deben considerarse como equivalentes de

(1) *Descr. fís., geol. y agr. de la prov. de Soria.*



los conglomerados supranumulíticos, y referirlos, por lo tanto, á las últimas hiladas del sistema.

En contacto con las calizas cenomanenses de la región montañosa septentrional, yacen concordantes conglomerados, arcillas y areniscas eocenos, en capas fuertemente inclinadas y en algún caso verticales, formando un festón discontinuo, de poca anchura, que contornea las manchas cretáceas, en sitios á bastante distancia de las mismas, con sus estratos dislocados, lo que permite distinguirlas de la formación miocena que sobre ella yace en posición horizontal.

Por algunos puntos las capas eocenas tienen con las cretáceas un contacto anormal, determinado por fallas, y á su vez las eocenas sirven de base á las oligocenas en el campo de Gómara, soportando indistintamente, en los demás parajes en que se muestran, ya al mioceno, ya más frecuentemente al diluvial.

Conglomerados y arcillas son las rocas más abundantes, asociándose además con maciños y delgados lechos de calizas y margas.

Los conglomerados, compuestos esencialmente de cantos redondos de caliza cenomanense, muy variables en su tamaño y unidos por un cemento margoso ó arcillo-sabuloso, con menos frecuencia calizo, se desarrollan en la base del tramo, en bancos de algunos metros de espesor, que decrece hacia los niveles superiores; y en el mismo sentido también disminuye el volumen de los cantos, que en las hiladas más inmediatas á las capas cenomanenses llegan hasta un cuarto de metro cúbico.

Yacen los maciños unas veces asociados con los conglomerados y otras constituyendo por sí solos hiladas de gran espesor, de poca coherencia y color pardo amarillento, micíferos, á veces tabulares y en sitios con intercalaciones de gonfolitas, á las que ofrecen tránsitos frecuentes. Alternan con ambas rocas unas arcillas rojizas, en capas más gruesas en las zonas inferiores que en las superiores; y aunque entre ellas hay algunas bastante puras, por lo regular contienen variables cantidades de arena cuarzosa. Sólo se encuentran las areniscas en los horizontes más elevados; son de grano fino y uniforme, rojizas, tiernas y de cemento arcilloso, y á veces encierran

guijas cuarzosas pequeñas, que las convierten en pudingas. Las calizas son duras y quebradizas, blancas, y siempre las acompañan margas terrosas.

El espesor visible de los depósitos eocenos de la capital no baja de 500 metros, excede poco de 200 en Osma y Burgo, y es mucho menor en los demás puntos. El relieve orográfico que sus capas comunican á las comarcas donde yacen, varia según la naturaleza de las rocas predominantes y según las dislocaciones que han sufrido. En contacto de los macizos cretáceos, donde están más levantadas, forman un suelo árido y pedregoso, erizado de riscos y crestones alargados; y tal sucede en los alrededores de la capital, en Burgo de Osma y en la vertiente meridional de las sierras de San Marcos é Hinojedo. En los sitios más alejados de dichos macizos, en los cuales aquéllas yacen más tendidas, predominando las areniscas y los maciños, suelen formar llanos ó lomas muy rebajados, surcados por ramblas poco profundas, como se observa en el campo de Gómara y en los términos de Navalcaballo, Los Llanos, etc.

MANCHÓN DE SORIA.—Este sistema tiene su mayor desarrollo en el término de la capital, de donde se prolonga hacia el S. hasta la granja de Sinova y más allá del Cubo de la Solana, extendiéndose sobre la derecha del Duero, al pie de las sierras de San Marcos é Hinojedo, y por la izquierda á la parte occidental del campo de Gómara.

En las inmediaciones de la capital, entre el Duero y la carretera de Madrid, el suelo aparece fajeado en bandas alternativamente blanquecinas y rojizas, de conglomerados y arcillas, fuertemente inclinados, paralelos al río, desde el cerro del Castillo hasta los depósitos diluviales de los montes Maltoso y del Viso. Dichas rocas se apoyan concordantes sobre las calizas cenomanenses de la sierra de Santa Ana, que asimismo asoman en la orilla derecha del Duero hasta más allá de la desembocadura del Golmayo; y en el contacto de ambas formaciones, las rocas de una y otra inclinan 56° al NO.; pero entre el río y la carretera aumenta su buzamiento hasta levantarse verticales. Como las arcillas ceden fácilmente al derrubio, se

abrieron en ellas angostos callejones entre paredes verticales de conglomerado. A la derecha de la carretera disminuye rápidamente su inclinación, hasta ocultarse bajo el cuaternario.

El cerro del castillo de Soria está formado por estos conglomerados, en crestones casi verticales, sobre la derecha del Duero; y al pie del mismo, el óxido de manganeso se muestra en diferentes sitios en su cimiento, siguiendo fajas discontinuas y delgadas. Los bancos de ese cerro, que más al NE. cruzan el Duero entre el puente y la pradera de San Saturio, aparecen en la orilla izquierda, á lo largo de la garganta de San Polo y al pie del monte de Las Animas, en las laderas del cual, debajo del cuaternario, yacen en contacto anormal con las calizas del triás mediante una falla. Esta es continuación de la que corre al pie de las sierras de San Marcos y de Hinodejo, que pasa también por el collado de Soria, donde dislocó las capas liásicas del cerro del Mirón, volcándolas sobre las eocenas del Castillo.

Los conglomerados de la cañada de San Polo, alternantes con arcillas rojas y maciños, en una faja de 600 metros de anchura, se apoyan por un lado concordantes sobre las calizas cenomanenses de la sierra de Santa Ana, y se ocultan por el opuesto bajo los aluviones del monte del Cristo; continúan hasta la venta de La Valcorba; sirven de base desde aquí hacia L. á los mantos diluviales que cubren casi por completo el espacio intermedio entre las carreteras de Aragón y Navarra, á través del cual asoman de trecho en trecho en los términos de Duáñez y Hontalvilla, con fuertes inclinaciones al S.

Yacen también sobre el cenomanense los conglomerados en reducidos espacios de la falda oriental de la sierra de Santa Ana, quedando ocultos en otros por sus propios derrubios y por manchitas diluviales.

En su parte occidental, el campo de Gómara está formado por areniscas rojizas y conglomerados de cantos pequeños, calizos y síliceos, entre los que se intercalan arcillas y maciños de grano fino, en capas dislocadas, sobrepuestas á los conglomerados de elementos voluminosos de la base, que asoman en los límites septentrional y

occidental de la planicie. Su concordancia estratigráfica con las calizas cenomanenses se observa en el monte de Matamala, por el remate meridional de la sierra de Santa Ana, donde inclinan 50° al SE. Las mismas rocas alternan también, con la misma dirección y diversamente inclinadas, á la izquierda del Duero, desde el monte mencionado hasta cerca de Casas de Rituerto. Las aguas del río, en sus repetidas ondulaciones, fueron excavando las masas pétreas poco coherentes que las encauzan, y desprendieron grandes peñascos amontonados entre la granja de Blasco-Nuño y Ribarroja.

Entre Soria y la desembocadura del Golmayo, por la derecha del Duero, se oculta el eoceno en algunos espacios bajo el diluvial del monte Maltoso y del alto del Viso, y se apoya sobre el cenomanense, que encauza el río hasta más abajo de Los Rábanos. En la elevada loma que hay entre este pueblo y la granja de Sinova, se compone de maciños, algunas margas rojizas y amarillentas y gonfolitas, las cuales persisten hasta la separación de la carretera de Madrid y del camino de Tardajos. Poco más adelante, sobre la derecha del Duero, las mismas capas de la orilla opuesta penetran en los términos de Tardajos, Miranda, Rabanera y Cubo de la Solana, casi horizontales en unos sitios, verticales en otros, y con inclinación de 45° al S. 45° E. frente á la aldea de Valdespina, donde se ocultan bajo las gonfolitas miocenas.

Por la vertiente septentrional de la sierra de San Marcos, desde la cuenca del Golmayo hasta el cerro de Los Royales, los conglomerados, de cantos muy gruesos, alternan con arcillas sabulosas, concordantes sobre las calizas cenomanenses; y por las vertientes opuestas de la misma sierra, el límite de ambas formaciones está determinado por la falla, al lado de la cual las capas eocenas inclinan 50° al SE., apoyadas contra las cretáceas, que buzan en sentido contrario.

Entre la sierra de San Marcos y la de Hinodejo la referida falla no establece el límite entre el eoceno y el cretáceo, sino que su acción se redujo exclusivamente á alterar la continuidad de las hiladas del primero, las cuales, en ambos lados de aquella línea de fractura, se

alzan muy levantadas, con opuestos buzamientos, en Los Llamosos y Villabuena. Más á P., al pie de la sierra de Hinodejo, el contacto anormal de ambos sistemas es claramente visible junto á Las Cuevas, en la desembocadura de la Hoz de los Mártires, á orillas del Izana, donde se ofrecen igualmente, con buzamientos opuestos.

Al O. de Las Cuevas el eoceno queda oculto, casi completamente, bajo la tierra vegetal, que impide ver su contacto con el mioceno de la meseta de Monasterio.

En los términos de Navalcaballo, Villarejo y Quintana Redonda predominan los maciños sobre los conglomerados de cantos menudos; y entre ellos se intercalan arcillas rojas, las cuales, en la última de las localidades citadas, adquieren gran desarrollo.

**FAJAS DE LA MALLONA Y DE LA ALDEHUELA.**—Los conglomerados constituyen casi exclusivamente estas fajas, y entre ellos sólo se intercala una hilada estrecha de calizas silíceas muy quebradizas, acompañada de margas terrosas blancas, en capas inclinadas  $60^\circ$  al N.  $5^\circ$  E., lo mismo que las cenomanenses, sobre las que se apoyan hasta Nódalo. La carretera de Soria á Burgo de Osma sigue próximamente la línea divisoria entre las capas eocenas y las miocenas que yacen á la derecha del río Milanos.

Al N. de La Aldehuela asoman también conglomerados eocenos en una faja estrecha comprendida entre el mioceno y el cretáceo de la vertiente meridional de la sierra de Cabrejas, con bancos delgados, muy descompuestos en la superficie y fuertemente inclinados al SE.

**FAJAS DE NÓDALO Y DE CALATAÑAZOR.**—En Nódalo los conglomerados, mucho menos desarrollados que en La Mallona, se muestran en bancos de poco espesor, con inclinaciones comprendidas entre  $40$  y  $65^\circ$ , ajustados al contorno arqueado de la mancha cretácea que rodea la pequeña vega en que está situado el pueblo. En la cuesta de La Aldehuela, á un quilómetro al NE. de Calatañazor, los conglomerados, eocenos, 12 (fig. 5), asoman concordantes y sobrepuestos á las calizas cenomanenses, 11, por bajo de otras miocenas, 16, cerca de la margen izquierda del Milanos, donde faltan casi por completo las arcillas y maciños, y están compuestos de cantos muy gruesos y

angulosos, prolongándose hacia P. sobre la loma cenomanense de Los Pedregales, fuertemente inclinados al S. hasta ocultarse bajo las tierras recientes de la vega de Calatañazor.

**FAJA DE OSMA Y BURGO.**—Un quilómetro al NO. de Osma, en la cuesta de La Mina, los conglomerados yacen sobre las calizas cenomanenses del cerro del Castro,

con gran inclinación al N.NE., compuestos de cantos angulosos. A ellos se sobreponen los maciños, cortados al N. de la

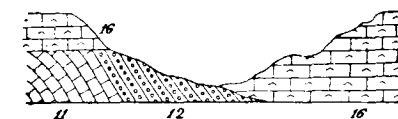


Fig. 3.—Corte por la cuesta de la Aldehuela, según el Sr. Palacios.

ciudad, en una escarpada cresta alineada de E. á O. desde la orilla del Ucero hasta el alto de la Alcubilla, donde se ocultan debajo del mioceno. Estos maciños, que miden un espesor de más de 80 metros, son pardo-amarillentos, blandos, y al propio tiempo bastante sólidos para que los vecinos de Osma hayan podido abrir en ellos las cuevas en que tienen instaladas sus bodegas.

Cerca de Burgo los maciños, en bancos muy gruesos, forman el serrijón llamado El Cucurucho, al S. de la carretera de Soria, y en algunos de ellos, muy cargados de caliza, abundan las oquedades tapizadas de concreciones y grupos cristalinos. Los conglomerados que yacen inferiores son de cantos pequeños, alternan con arcillas pardo-rojizas y forman el subsuelo de la veguilla de Fuente Cardeña, que separa dicho serrijón de la pedriza cenomanense de Las Atalayas.

Por el lado opuesto de la carretera, en la loma de La Serrezuela, yace concordante sobre los maciños, y sirve de base al mioceno, una caliza silícea, asociada con margas blanquecinas y rojizas, que el Sr. Palacios incluyó en el eoceno, no sólo por sus condiciones estratigráficas, sino también por sus caracteres mineralógicos, diferentes de los que ofrecen las calizas miocenas de aquella comarca.

**ASOMOS DE UCERO Y LA HINOJOSA.**—Los conglomerados eocenos que se descubren cerca de Ucero, en las márgenes del río, y los que asoman en La Hinojosa están formados por cantos de mediano tamaño

y cemento muy arcilloso, á lo cual se debe que estén muy descompuestos sus bancos, que son de gran espesor y están muy inclinados al SO., alternantes con arcillas rojas sabulosas.

### Zaragoza.

En dos comarcas muy distintas se presenta el eoceno de la provincia de Zaragoza. La mancha principal se halla en el extremo septentrional, que á modo de cuña se interpone, con figura triangular, entre la de Huesca y Navarra; y la otra mancha se reduce á un islote en que está edificado el lugar de Moros, separado de la región que se describe en este artículo.

MANCHA SEPTENTRIONAL.—Forma parte de la gran faja numulítica cántabro-pirenáica, hallándose situada en el territorio llamado Las Cinco Villas, al N. de una línea alineada próximamente de E. á O., que comienza cerca de Peña (Navarra), sigue al S. de Sos y al N. de Biel y termina en la orilla del Gállego, al pie de Los Mallos de Riglos (Huesca).

Los mismos tramos que se hallan en las dos provincias colindantes citadas se encuentran también en esta mancha, constituida por dos formaciones: una, inferior, propiamente numulítica y de origen marino, y otra, superior, de origen lacustre. El Sr. Carez consideró tres divisiones en el eoceno de esta provincia, asignándolas los espesores que á continuación se expresan y que seguramente son bastante más bajos que los que en realidad tienen:

- 1.—Caliza y arenisca con *Num. perforata* = 100 metros.
- 2.—Margas con *Serpula spirulæa* = 150 metros.
- 5.—Pudingas del tramo superior = 400 metros.

En estas pudingas incluyó el geólogo francés la formación lacustre, que más adelante se describirá con detalle al tratar del eoceno de la provincia de Huesca.

El grupo marino ó numulítico se compone esencialmente de calizas, margas y maciños, en capas muy fosilíferas y sumamente trastornadas.

Las calizas de la parte más alta de la sierra de Belmún son negruzcas, compactas, con abundancia de numulitos, especialmente en el sitio llamado Las Polteras, término de Salvatierra, en el puente sobre el Esca y subida á la Viñaza. Más al S., y en los términos de Salvatierra y Asó, se encuentran otras calizas pizarrosas, negro-azuladas, encima de las compactas con numulitos.

En la estrecha garganta que media entre Salvatierra y Sigüés, las areniscas y calizas con *Nummulites perforata* yacen en capas sumamente dislocadas y desgarradas, y cerca del segundo pueblo, una falla las separa de las margas con *Serpula spirulæa* que se extienden por todo el valle del Aragón, entre Tiermas y Verdún.

Entre Tiermas y Castillo Nuevo las capas, aunque muy levantadas, están menos dislocadas; las margas azules se extienden hasta grande altura por la falda meridional de la montaña que media entre ambos pueblos, y cerca de cuya cima cruza la citada falla. Esta las pone en contacto con las areniscas inferiores, sobre las cuales crece un hermoso bosque de hayas y pinos, en la vertiente septentrional, y á ellas se sobreponen las calizas con *Nummulites perforata* y las margas pizarreñas azules.

Al S. del río Aragón, entre Biel y Verdún, se desarrollan las pudingas superiores, sobrepuestas á las margas azules, viéndose algunas calizas bastas con granos de *Chara* en la bajada á Longás, donde se encuentran náuticas, potámides y otros restos de agua salobre. Se marca un anticlinal entre Longás y Biel, en el eje del cual asoman las margas con *Pecten*, sumando allí el sistema un espesor de 400 metros.

En la margen izquierda del Aragón, hasta una línea que pasa por Martes (Huesca) y Javierre (Navarra), el grupo numulítico está constituido por calizas pizarrosas y algunos maciños amarillento-rojizos, y la parte más alta de la sierra de Santo Domingo se halla formada por calizas margosas blanquecinas y rojizas, llenas de numulitos. Las del Portillo de Longás están muy cargadas de óxido de hierro, y las del Pozo de San Marzal son blanquecinas y contienen muchas de las especies fósiles que se citarán al tratar de las de Huesca.

A la falda de esta sierra, y en Murillo de Gállego, las calizas margosas que cubren las de los *Lychnus* son pardo-agrisadas y bastante fosilíferas.

Los maciños del arroyo Salado de Santa Eufemia, término de Undués de Lerda, tienen sus caras de junta rugosas y estriadas, cual si hubieran resbalado unas capas sobre otras, sufriendo al propio tiempo variaciones en su textura, y encierran muchos restos de fucoides en el sitio llamado los Foricones.

Se extiende también la misma roca desde la margen izquierda del Aragón hasta el límite de la provincia, y además de las especies citadas, se encuentran en esos parajes *Chama punctata*, Brug.; *Ch. calcata*, Desh.; *Nerita Schmidelli*, Chem., y otros varios moluscos.

#### Grupo lacustre.

Lo mismo que en Huesca y en Navarra, el grupo superior del sistema se compone de la alternación muy repetida de grandes bancos de conglomerado, maciños y margas sabulosas, intercalándose entre éstas unos lechos de 5 á 20 centímetros de grueso de calizas negruzcas, duras y compactas, con multitud de moldes é impresiones de melanías. Este grupo se encuentra en el Molino de las Monjas, entre Longás y sitio de la Mina; en el paraje nombrado las Navas, junto al río Onsella, término de Sos; en el camino de Vivel á Longás, término de Luesia; en el Solar de las Viñas, junto á Pie de Mulo, término de Biel; entre Longás y Martes, y entre Bailo y la Peña.

ISLOTILLO DE MOROS.—En la parte meridional de esta provincia se reduce el eoceno á una fajita de un quilómetro de largo por medio de ancho, que se encuentra á la izquierda del Manubles, en la empinada loma en que está situado en su mayor parte el pueblo de Moros. Según el Sr. Palacios, que así la clasifica provisionalmente <sup>(1)</sup>, entre las capas silurianas y las claramente miocenas se interponen unos conglomerados de cantos cuarzosos y calizos con cemento siliceo-ar-

(1) *Bol. Mapa geol.*, tomo XIX, pág. 86.

cilloso, que alternan con arcillas y gredas rojas, en bancos de gran espesor, levantados casi hasta la vertical y con buzamiento al NE.

La facies general de estos sedimentos revela á primera vista una formación terciaria; y, por otra parte, la discordancia de los mismos con el mioceno, que en su contacto se muestra completamente horizontal, induce á suponerlos anteriores á este último, y á incluirlos, más bien que en el oligoceno, en el eoceno, como representantes de los conglomerados supranumulíticos.

#### Huesca.

No hay provincia en España donde el eoceno tenga tanto desarrollo en extensión y profundidad como la de Huesca, en la cual mide este sistema una superficie de 4320 quilómetros cuadrados, llegando su potencia á cerca de 2000 metros, distinguiéndose el grupo más antiguo, de origen marino ó propiamente numulítico, y el superior, que es de formación de agua dulce y que describiremos en este capítulo, no sin ciertas dudas de que en totalidad ó en parte corresponda más bien al oligoceno.

#### Grupo inferior ó numulítico.

Una faja muy desarrollada del eoceno lacustre separa en dos zonas distintas el grupo numulítico, que está limitado á su vez, tanto en los Pirineos como en la cordillera central, al N. y S. respectivamente, por las dos fajas de los sistemas secundarios ya descritos.

La zona ó faja numulítica septentrional, mucho más extensa y continua que la meridional, comienza en el extremo NO. de la provincia y se desarrolla ampliamente en más de la mitad de la región subpirenáica, hasta llegar al Noguera Ribagorzana entre Arén y Montaña. Con su mayor anchura, de 50 quilómetros en los confines de Navarra y Zaragoza, comprende en la cuenca del Aragón la mayor parte de los valles de Ausó, Hecho, Aragüés, Aisa y Borau y la baja del

de Canfranc, hasta invadir la izquierda de aquella en el Campo de Jaca, y se estrecha gradualmente hasta reducirse á la mitad en las márgenes del Gállego, entre Biescas y el valle de Basa. Nuevo desarrollo adquiere la faja á medida que se aproxima á las orillas del Ara é invade más de la mitad del valle de Broto, La Solana, la mitad del de Vió y el territorio de Boltaña, hasta las márgenes del Cinca, donde se extiende desde la Peña Montañesa hasta el Entremón, debajo de Mediano. En unos sitios interrumpida por formaciones anteriores, y en otros oculta bajo el eoceno lacustre, continúa la numulítica con bastante amplitud entre el Cinca y el Isábena, el cual, después de cruzarla entre Serraduy y Lascuarre, la limita por su derecha hasta cerca de su desembocadura. Entre el Isábena y el Noguera se reduce considerablemente por el terciario lacustre hasta penetrar en Cataluña entre Arén y Chiriveta.

La zona meridional invade la provincia en la sierra de Salinas de Jaca, y asociada con irregularidad al trias y al cretáceo entre el Gállego y el Vero, queda cortada por la sierra de Naval antes de llegar al Cinca. Entre este río y el Noguera reaparece menguada y subdividida en fajas y manchas pequeñas sobre el cretáceo.

En esta provincia supone el Sr. Carez <sup>(1)</sup> que se halla el mayor desarrollo del sistema, que divide en doce niveles, con las localidades típicas y los espesores que á continuación se expresan:

1.—Caliza con *Lucina Corbarica* y operculinas.—Arén = 20 metros.

2.—Caliza con *Numulites exponens* y alveolinas.—Arén, Fanlo, La Peña, Aragüés y Hecho = 200 metros.

3.—Margas azules con ceritos y turritelas.—Soler, Rodas, San Esteban del Mall = 500 metros.

4.—Margas con *Num. spira*.—Benavente = 60 metros.

5.—Caliza con *Num. perforata*.—La Villa, La Peña, Embún, Santa Olaria = 50 metros.

6.—Marga con *Num. complanata*.—Mediano = 40 metros.

(1) *Etude*, pág. 228.

7.—Caliza y margas con *Velates Schmidelli*.—Santa Olaria = 60 metros.

8.—Caliza margosa azul con *Schizaster*.—Entre Puente y Yebra, La Velilla = 50 metros.

9.—Marga con *Num. granulosa*.—Mediano = 75 metros.

10.—Margas azules con *Turritella Savasiensis*, Car.—Sabas = 75 metros.

11.—Margas azules con *Serpula spirulæa*.—La Peña, Jaca, Fiscal = 100 metros.

12.—Pudingas superiores que se dividen en dos zonas: la inferior, compuesta de areniscas y margas rojizas, y la superior, de las pudingas propiamente tales, sumando un espesor total de 1000 metros.

Juzgo defectuosa esta división en tramos del sistema, pues se nota en primer lugar una desproporción muy grande en los espesores, y, por lo tanto, en la duración en tiempo de los once primeros niveles, que no alcanzan todos juntos la magnitud del último. En segundo lugar, cada uno de los dos horizontes del tramo 12 representa formaciones de distinto origen, pues las areniscas y margas rojizas son lacustres, y las pudingas superiores se depositaron en un período mucho más agitado, probablemente en las costas, incesantemente removidas, que precedieron en menos tiempo que la formación de agua dulce al levantamiento de los Pirineos. No se formaron éstos de un solo golpe, sino que comenzaron á elevarse del nivel de las aguas en cuanto principiaron los siglos turbulentos en que se fueron acumulando esas grandes masas de pudinga.

Para explicar la división que señala, el Sr. Carez advierte que no conoce en otras provincias el representante de la zona núm. 5; que desconoce las relaciones de la 4 y la 5, sin tener pruebas de la sobreposición de una á otra, y que las 6, 9 y 10 no se hallan en Cataluña. Con tal explicación, el geólogo francés no debió haber propuesto tal división del sistema.

En nuestra Memoria geológica de esta provincia señalamos los ocho niveles siguientes, caracterizados por su composición petrológica:

- 1.—Arenisca cuarzosa de grano grueso.
- 2.—Caliza compacta con miliolitos y alveolinas.
- 5.—Caliza compacta con alveolinas y numulitos.
- 4.—Caliza algo arcillosa ó sabulosa con fósiles.
- 5.—Margas compactas fosilíferas.
- 6.—Margas más ó menos arenosas con ó sin fósiles.
- 7.—Margas arenosas alternantes con maciños.
- 3.—Maciños con fucoides.

Aparece el primero en muy pocos sitios, y con tan débil espesor, que no puede considerarse como base de la formación de esta provincia; entre los núms. 2, 5 y 4 hay tanta afinidad, que la distinción no podría precisarse: el 4 pasa gradualmente á los dos que siguen, ya muy diferentes de los anteriores, pero muy poco entre sí; el 7 une insensiblemente al 6 con el 3, del que en rigor no puede separarse.

Al último miembro debimos agregar las grandes masas irregulares de conglomerados que no alternan ni se mezclan con las areniscas, margas y calizas del eoceno lacustre.

En último extremo, tan claramente como en la provincia que más, se observan en la de Huesca las tres principales edades anteriormente señaladas, ó sean la inferior, principalmente caliza; la media, esencialmente margosa, y la superior, caracterizada por los maciños con fucoides.

FAJA PRINCIPAL CÁNTABRO-PIRENÁICA.—El extraordinario desarrollo que tiene esta faja en el Alto Aragón, nos induce á explicar los detalles de su constitución considerando separadamente dichos tres tramos ó edades.

*Tramo inferior.*—Los bancos más inferiores de este tramo sólo se muestran claramente en la parte oriental de la provincia, entre el Cinca y el Noguera Ribagorzana, y se componen de calizas muy puras ó ligeramente arcillosas, marmóreas ó susceptibles de buen pulimento, de colores blanquecino, gris amarillento claro, rosáceo ó con débiles matices rojizos y parduzcos, con gran cantidad de alveolinas (*A. ovoidea*, Lam.) Los intermedios encierran alveolinas y al-

guos numulitos, y son algo más arcillosos ó cuarcíferos, y los superiores, en vez de alveolinas, contienen gran cantidad de numulitos (*N. perforata*, Orb., y *N. Lucasana*, Defr., principalmente), y otros fósiles, siendo un tránsito á las margas. Las calizas con alveolinas se muestran con muy poco espesor en la sierra del Bosch, dirigidas anormalmente al N. 20° O., con débil inclinación occidental, en una faja que concluye al E. en la bajada de Arén, cerca del Noguera, limitada al N. por la ribera de Cornudella y cubierta á P. por el conglomerado de Serraduy. Al N. de este pueblo reaparecen sus bancos, que gradualmente se desarrollan en lo alto de la sierra de Merli, y adquieren su mayor espesor en las gargantas del Ésera, al S. de Murillo.

A causa de violentos trastornos en los estratos desaparecen las calizas de alveolinas alrededor de Foradada, y siguen como representación de este tramo inferior calizas con numulitos, casi siempre bastante arcillosas y con frecuencia cuarcíferas. Como si éstas hubiesen reemplazado los huecos que las primeras dejaron en la sedimentación, se suceden en orden inverso los espesores respectivos; y así se observa que entre la sierra del Bosch y la de Arén van sustituyendo las de numulitos á las de alveolinas, y éstas se desarrollan á expensas de aquéllas entre las de Merli y las orillas del Ésera.

Los mismos trastornos de los estratos se corresponden al otro lado de la faja septentrional, casi siempre ocupada por las margas en las orillas del Cinca, alrededor de Mediano, donde repentinamente salen las calizas á la superficie, con la extraña alineación de N. 25° E. á S. 25° O., es decir, casi perpendicular á la predominante y regular. Sin el intermedio de las margas quedan ocultas junto á Escanilla por el eoceno lacustre, y los mismos bancos fuertemente inclinados al O.NO. y apoyados sobre los cretáceos, dominan el Entremón, invaden una parte de la sierra de Palo y desaparecen bajo las capas lacustres. A la marcha anormal de los estratos numulíticos en esta parte de la cuenca del Cinca, se debe también la aparición de la caliza compacta, gris amarillenta, con orbitolinas, en la Penilla, al pie de la sierra de San Martín.

Afloran las calizas con alveolinas al O. de Marcate, donde muestran su correlación con las de la cordillera central, unida con estos montes de la región subpirenáica por la sierra de Barced, prolongada á L. de Bagüeste y las Bellostas; y sobresalen en la sierra Ferrera y la Peña Montañesa, donde los bancos inferiores se hallan tan cargados de cuarzo blanco ó gris, casi hialino, que pasan á areniscas de grano grueso, tránsito á un conglomerado, quedando cortados los estratos por el cretáceo por una falla. Esta continúa al otro lado del Cinca á lo largo del Bellós, que deslinda ambas formaciones y separa al S. la numulítica, no sin dejar al N. coronando las cumbres del grupo montañoso de las Tres Sorores, vestigios correspondientes á una faja interrumpida ó cortada por las hondas depresiones intermedias entre el valle de Bielsa por un lado, y los de Tella, Puértolas, Vió y Broto por el otro. Sobresale en las altas cimas que desde el Tallón hasta Bachaco de Tecla median entre el Ara y el Cinca; se prolongan al otro lado del último en lo alto de Mataire, sobre Saravillo y en la misma sierra del Mediodía de Plan, al N. de Cotiella. Al S. de las Tres Sorores corona también la sierra Custodia, la Catuarta y otras eminencias sobre el Ordesa, y por todas éstas, á medida que la caliza de alveolinas desaparece, la cuajada de numulitos se confunde por su aspecto con las margas y aun con los maciños, de los cuales ya no es tan fácil distinguirlos entre el Cinca y el valle de Ansó, precisamente en la parte más desarrollada de la faja. Y como si gradualmente hacia el O. se hubiera hecho la sedimentación más tumultuosa ó en un mar menos profundo, cada vez se presenta la caliza con menos fuerza.

Está representado el tramo inferior, en la región de las Tres Sorores y los valles que la rodean, por calizas muy arcillosas y arcillo-carbonosas, amarillentas, pardo-rojizas ó negruzcas, salpicadas de granos de cuarzo, pasando algunos bancos á margas arenosas y á calizas cuarzosas y micíferas, con ó sin numulitos. Aparte de varios pliegues irregulares y sinuosos, en conjunto las capas se presentan horizontales ó con poca inclinación, coronando las altas cumbres de las Tres Sorores y la sierra Custodia.

Las profundas dislocaciones que han sufrido los estratos en torno de estos montes, se señalan en las márgenes del Ara, donde las calizas arcillosas, las margas más ó menos arenosas y los maciños de fucoides, se arquean y forman una gigantesca cúpula en el empinado monte de Santa Marina de Boltaña. A causa de esta ondulación las capas se dirigen en este monte al E. 25° N., con buzamiento meridional; en el estrecho de Jánovas, al N. 25° E., con buzamiento opuesto, y entre Javierre y Lacort y en el puente de Fiscal se tienden casi horizontales.

En contacto con la caliza cretácea con pedernal, y en altitudes que alcanzan 1400 metros, las calizas negras con *Num. exponens* y *N. mamillata* se extienden entre Fanlo y Broto y se prolongan hasta cerca de Buerba.

Desde el Ara al Gállego, entre los altos montes de Tendenera y Coteablo, disminuye mucho el espesor de las calizas, separadas de las margas del sistema por una falla, que se prolonga al pie de Collarada y cruza diagonalmente los valles situados más al O. por las vertientes meridionales de las gargantas de Aisa y de Bisaurín y de los cerros de los castillos de Hecho y de Ansó.

Por regla general, en este extremo de la faja pirenáica el tramo está constituido por calizas arcillo-carbonosas de color negruzco, en que los granos de cuarzo y los numulitos se entremezclan con tal abundancia, que pasa la roca á constituir un conglomerado. Con mucha frecuencia las atraviesan vetas de caliza blanca espática, según puede observarse en la sierra de Piétrola, en el Lachar de Orna, al S. de Ansó, en Fuenfría de Aragüés, en la Foz de Hecho, junto al puente de Villanna, etc.; y también adquieren un aspecto brechoide por la intrusión de fragmentos angulosos de caliza entre los granos de cuarzo y los numulitos (*N. perforata*, Orb.; *N. Lucasana*, Defr.; *N. granulosa*, Arch., y *N. complanata*, Lam.) que las componen.

*Tramo medio.*—Una gran parte de la faja numulítica pirenáica, y próximamente la mitad de las otras, están constituidas por las margas azules, que se distinguen muy fácilmente á largas distancias, pues en ellas, más que en ninguna otra roca de las vertientes meri-



dionales de los Pirineos, ha sido enérgica la denudación; y así aparecen en montes poco elevados, haciéndose notar entre las sierras por su color gris azulado, á veces algo amarillento, y por los surcos y barrancos que en todos sentidos abrieron las aguas. Aparte de los numerosos tránsitos de ambas rocas que en el comienzo de este tramo se observan, se intercalan con frecuencia entre las margas lechos muy delgados de caliza arenácea amarillenta y de yeso blanco fibroso, que, destrozado en plaquitas de algunos milímetros de espesor, aparece esparcido entre los barrancos y hendiduras abiertos en las margas.

Predomina este tramo en la parte baja de los valles de Ansó, Hecho, Aragüés, Aisa, Borau, Canfranc y Acumuer; en la canal de Berdún, campo de Jaca, tierra de Biescas, valle de Basa; en la parte inferior de los de Broto, Vió y la Solana; en la ribera de Fiscal y casi todo el Sobrarbe; se desarrolla en la cuenca del Esera, desde Murillo hasta el barranco de Santa Lucía, cerca de Graus, y se extiende hasta el Noguera, entre las sierras de Esdolomada, Serraduy y San Esteban del Mall, hasta Arén y las vertientes septentrionales de las sierras de Capella y Monsech. Sus capas yacen mucho menos inclinadas que las de las calizas, pues éstas sobresalen en los bordes y aquéllas rellenan el fondo de una gran comba ó sinclinal que, aparte de diversos pliegues parciales, rellena grandes espacios de la parte central de la provincia.

En los remates de los valles comprendidos entre Ansó y Canfranc es difícil deslindar este tramo del anterior y del siguiente, que se desarrolla á expensas de los otros dos; pero á uno y otro lado del río Aragón, ocupan las margas exclusivamente la extensa canal de Berdún. La mayor parte de sus bancos, ó no tienen fósiles, ó son muy pobres en restos orgánicos, que se presentan como agrupados junto al límite meridional de la faja, ó sea en la línea de contacto con el eoceno lacustre. Así se observa al S. de Santa Cilia y en los barrancos de Atarés, y las mismas capas asoman cercadas por el lacustre en otra faja aneja á la principal, intermedia al Oroel y á San Juan de la Peña, entre Atarés y Bernués. Tanto en este sitio como

en Balarbesa y en los barrancos de Atarés, la abundancia de fósiles es extraordinaria, encontrándose, entre otras, las siguientes especies: *Orbitoides papyracea*, Orb.; \**O. Fortisi*, Arch.; *O. radians*, Arch.; *O. substellata*, Mall.; \**Operculina ammonæa*, Neym.; *Nummulites perforata*, Orb.; *N. Ramondi*, Defr.; *N. Lucasana*, Defr.; *N. striata*, Orb.; *Lithæa Ameliana*, Edw. et H.; *L. ramosa*, Edw. et H.; *Dendracis Gervillii*, Defr.; *Polytremacis Bellardi*, Haime; *Cyclo-lites andianensis*, Arch.; \**C. Heberti*, Tour.; *C. Gargnieri*, Tour.; *Cycloseris sublenticularis*, Mall.; *Astræa crenulata*, Gold.; *Heliastrea Defrancei*, Edw. et H.; *Dimorphastræa Castroi*, Mall.; *D. Cortazari*, Mall.; *Prionastræa irregularis*, Defr.; \**Phyllocænia irradians*, Edw. et H.; \**Astrocænia numisma*, Mich.; \**A. ornata*, Mich.; *Astrocænia Callaudi*, Mich.; *Styllocænia Vicaryi*, Haime; *S. Taurinensis*, Mich.; *S. lobato-rotundata*, Mich.; \**Stylophora distans*, Leym. sp.; *S. raristella*, Edw. et H.; *Favia Bauzai*, Mall.; *Cladocora granulosa*, Gold. sp.; *C. sub-manipulata*, Mall.; *Symphyllia bisinuosa?*, Edw.; *Latimæandra Michelotti?*, Bell.; *Ulophyllia profunda*, Mich.; *Montlivaultia bilobata*, Edw. et H.; *M. Granti*, Arch.; *M. Egozcuei*, Mall.; *Circophyllia truncata*, Gold.; *Ceratotrochus? exaratus*, Mich. sp.; *Trochocyathus sinuosus*, Brong.; *T. van-den-Heckeï*, Edw. et H.; *T. cyclolitoïdes*, Edw. et H.; *Echinolampas spheroidalis*, Arch.; *Prenaster alpinus*, Desor.; \**Euspatagus ornatus*, Defr.; \**Lunulites punctatus*, Leym.; \**Eschara ampulla*, Arch.; \**E. Palensis*, Rou.; *Terebratella Vidati*, Mall.; *Spondylus bifrons*, Munst.; *Arca granulosa*, Desh.; *Nucula lunulata*, Nyst.; *Crassatella gibbosula*, Lam.; *Chama lamellosa*, Lam.; *Ch. turgidula*, Lam.; *Ch. fimbriata*, Defr.; *Ch. Brimonti*, Arch.; *Glycemeris intermedia*, Sow.; *Teredo Tournati*, Leym.; *Natica sigaretina*, Lam.; \**Nerita Schmideli*, Chemn.; *Turritella imbricataria*, Lam.; *Vermetus? squamosus*, Rou.; *Scalaria angusta*, Desh.; \**Cerithium striatum*, Brug.; *C. Helli*, Arch.; *C. globulosum*, Desh.; \**C. semigranulosum*, Lam.; *C. semicostatum?*, Desh.; *Solarium plicatum*, Lam.; *Pleurotomaria Deshayesi*, Bell.; *P. concava?*, Desh.; \**Cyprea elegans*, Lam.; \**Terebellum obtusum*, Sow.; *Pleurotoma marginata*, Lam.; *Rostellaria fissurella*, Lam.; *R. goniophora*,

Bell.; *R. Prestwichi*, Arch.; *Serputa spirulæa*, Lam., y *S. submacrocephala*, Mall.

Es notable en esas localidades la variedad y cantidad grandes de coralaris, al par que la escasez de equinos, los cuales abundan mucho en otros parajes de la provincia.

Entre el campo de Jaca y las márgenes del Gállego escasean mucho los fósiles, que vuelven á ser abundantes en el valle de Basa, pues en las cercanías de Yebra he recogido, además de las especies de la lista anterior marcadas con un asterisco, las que siguen: *Nummulites spira*, Rois.; *Porocidaris serrata*, Desor.; *Lichenopora spongioides*, Arch.; *Terebratulina tenuistriata*, Leim.; *Anomya intustriata*, Leym.; *Spondylus limoides*, Bell.; *S. radula*, Lam.; *Mytilus subobtusus*, Arch.; *Crassatella minima*, Leym.; *Rostellaria spirata*, Arch.; *Conus Rouaulti*, Arch.; *Triton Delafosse*, Rou.; *Pleurotoma clavicularis*, Lam.; *Fusus longevus*, Lam.; *Cerithium Hookeri*, Arch.; *C. rude*, Lam.; *Natica cepacæa*, Lam.; *Turritella Duvali*, Rou., y *Serpula dilatata*, Arch.

Al O. de la Puente (valle de Basa) se marca una falla, junto á la cual las areniscas, margas y pudingas, en capas verticales, tocan á las calizas con *Schizaster* en la longitud de dos quilómetros y medio; y después de otra falla, se tienden horizontales ó con ligeras inclinaciones hasta Yeste.

En las altas y agrestes montañas que median entre Yebra y Fiscal, se doblan en un suave sinclinal las capas de los diez niveles siguientes, examinados por el Sr. Carez:

1.—Caliza con *Schizaster Studeri*, Ag., y otras especies del mismo género; *Hemiasper*, *Ostrea Brongniarti*, Bronn., etc., que forma el fondo del valle de Basa y se prolonga con gran regularidad hasta Puente.

2.—Margas azules con *Num. biarritzensis*.

3.—Margas con *Turritella Savariensis*, Car.; *Voluta*, *Fusus*, *Mesalia*, *Delphinula* y otros gasterópodos; *Ostrea cubitus*, Desh.; *Limopsis*, *Nucula*, *Cardita*, *Diplodonta*, *Cytherea* y otros lamelibranqueos.

4.—Margas sin fósiles, en que está edificado Sabas.

5.—Margas azules, que al N. de Sabas contienen *Num. biarritzensis*, Arch.; *Cyclolites Heberti*, Tour.; *Porocidaris Schmidelii*, Muns.; *Cidaris aff. subularis*, Arch.; *Cyphosoma cribrum?*, Ag.; *Schizaster*, *Eschara ampulla*, Arch.; *Ostrea*, *Pecten*, *Cardium*, *Cardita*, *Ficula*, *Cypræa aff. elegans*, Defr.; *Dentalium*, *Teredo Tournali?*, etc.

6.—Margas rojizas y areniscas con algunas pudingas.

7.—Areniscas y pudingas con 50 metros de caliza compacta, que encierra *Limneas*, *Cyclostoma formosum?*, Boubée, é infinidad de planorbis pequeños.

8.—Pudingas del eoceno superior.

Cubiertos muchos bancos por los del eoceno lacustre, y alternantes otros con los maciños de fucoides, no aparecen los inferiores de las margas, que son los fosilíferos, hasta la ribera de Fiscal, donde hemos recogido, al pie de la Peña de Gauciás, *Chama granulosa*, Arch.; *Triton nodularium*, Lam.; *Dentalium tenuistriatum*, Rou., y otras varias especies anteriormente citadas.

Al O. de Boltaña abundan los equinos entre las calizas y margas azules.

Según un corte trazado por el Sr. Carez entre Lacort y Boltaña, las capas eocenas se hallan desgarradas por fallas. Una de las más notables en el fondo del valle del Ara, pone en contacto al pie de Lacort las margas azules con las calizas con *Num. perforata*, inclinadas en sentido opuesto. En virtud de otra falla, las mismas margas azules y dichas calizas infrayacentes en la Vililla quedan cortadas por las calizas margosas con *Schizaster*, levantadas hasta la vertical, y después diversamente plegadas y onduladas. Son estas calizas de la base del sistema, pues sobre ellas hay otras con alveolinas y *Num. exponens*.

Entre Puíarruego y Gallisú las margas azules se apoyan directamente sobre las calizas con pedernal, que el Sr. Carez supone cretácicas; y entre Boltaña y Ainsa se pliegan en todos sentidos, terminando con el buzamiento al NO.

Las capas se arrumban é inclinan al SO. á lo largo de la ribera

de Fiscal hasta el estrecho de Jánovas, donde, por efecto de las dislocaciones y pliegues de los estratos de que anteriormente hemos hablado, se desvían sus bancos en dos haces: uno al N. de Boltaña, por la Solana, y otro que se distingue mejor, por la derecha del Ara, hacia el Sobrarbe, encontrándose en los términos de Boltaña, Puymoreat y Ainsa varias de las especies citadas.

Las calizas que irregularmente aparecen en el Entremón estrechan algún tanto las margas, que con creciente anchura se desarrollan en Samitier y abundan en fósiles entre Mediano y Plampalacios, habiendo recogido varias de las especies citadas anteriormente, y además *Pentacrinus didactylus*, Orb.; *Bourgueticrinus Thorenti*, Bell., y radiolas de *Cidaris subcylindrica* y *semiaspera*, Arch.

Invaden las margas azules el territorio de la Fueva por Aransanz y Gerbe, y bajo la sierra de Troncedo se muestran en capas casi horizontales, pasando á la cuenca del Ésera, sin gran alteración en los estratos, á medida que se apartan del vallejo de Navarra y Foradada, donde inclinan hasta 75° S.SO. Al S. de Murillo se tienden cada vez más, hasta aparecer constantemente horizontales ó muy poco inclinados al S.SO.; y entre el Esera y el Isábena, tanto en el valle de Merli como en los términos de Roda y Serraduy, presentan en su composición todos las variedades indicadas. Los bancos superiores descuellan, entre otros sitios, en el promontorio en que está situada la villa de Roda, donde pasan á ser sabulosas, de color amarillento, y todavía encierran algunos numulitos.

Según también afirmó el Sr. Carez, entre la Puebla de Roda y Soler se muestran los seis niveles siguientes de la parte media del sistema:

1.—Margas azules con turrítelas inclinadas 8° al S., con *Nummulites Leimeriei*, Arch.; *N. striata?*, Defr.; *Schizaster ambulacrum*, Ag.; *Ostrea multicosata*, Desh.; *Crassatella plumbea*, Desh.; *Turritella Rodensis*, Car.; *Natica sigaretina*, Desh.; *Trochocyathus*, *Chama*, *Spondylus*, *Orbitoides*, etc.

2.—Areniscas intercaladas entre margas.

5.—Margas con *Ostrea multicosata*, acompañada con *Nummulites Leimeriei* y *Lunulites punctatus*.

4.—Arenisca y puddingas, alternantes con *Ostrea multicosata*, Num. *Leymeriei* y *Euspatagus elongatus*, desarrollándose con un espesor de 500 metros entre Roda y Soler.

5.—Margas azules con multitud de ceritos (*Cerithium Rodense*, Car.; *C. Almeræ*, Car.; *C. cinctum*, Brug.; *C. Solerense*, Car.; *C. Malladæ*, Car., etc.), acompañados de *Fusus* aff. *polygonus*, *Voluta*, etc.

6.—Margas azules con *Ostrea multicosata*.

Además de estas especies y de otras varias de las mencionadas anteriormente, en las cercanías de Roda y pueblos comarcanos se hallan las siguientes: *Scyphia Samueli*, Arch.; *Echinopelina Gacheti*, Ag.; *Leiosoma Gourdoni*, Cott.; *Micropsis Lusseri*, Desor.; *M. Frossardi*, Cott.; *Carlopleurus equis*, Val.; *Cidaris Oosteri*, Laube; *C. Gourdoni*, Cott.; *C. pseudo-serrata*, Cott.; *C. acicularis*, Arch.; *Rhabdocidaridaris Puechei*, Cott.; *Conoclypeus conoideus*, Leske; *C. pyrenaicus*, Cott.; *Echinolampas Hovelacquei*, Cott.; *E. ellipsoidalis*, Arch.; *Amblypygus dilatatus*, Ag.; *Oriolampas Lorioli*, Cott.; *Pygorhynchus aragonensis*, Cott.; *Cyclaster Gourdoni*, Cott.; *Macropneustes Trutati*, Cott.; *Linthia Heberti*, Cott.; *L. Orbigny*, Cott.; *L. ariensis*, Arch.; *L. aragonensis*, Cott.; *L. Hovelacquei*, Cott.; *L. Pablæ*, Cott.; *Schizaster Newoldi*, Arch.; *S. vicinalis*, Agass.; *S. Rousseli*, Cott.; *Trachyaster Trutati*, Cott.; *Ditremaster nux*, Desor.; *Holcopneustes Gourdoni*, Cott.; *Euspatagus elongatus*, Ag.; *Maretia aragonensis*, Cott.; *Ostrea medianensis*, Car.; *O. inscripta*, Arch.; *O. varilamella*, Mall.; *O. Rouaulti*, Mall.; *O. eversa*, Bell.; *Anomya internostriata*, Gumb.; *Spondylus subspinosus*, Arch.; *S. Rouaulti*, Arch.; *Vulsella falcata*, Münster; *Chama calcarata*, Lam.; *Ch. depauperata*, Desh.; *Ch. latecostata*, Bell.; *Venus Guimberensis*, Arch.; *Natica cepacæa*, Lam.; *Turritella Duvali*, Rou.; *T. Trempina*, Car.; *T. rodensis*, Car.; *Cerithium angulatum*, Brand.; *Ovula ellipsoides*, Arch.; *Fusus maximus*, Desh.; *Pleurotoma subcarinata*, Rou., y *Voluta Deshayesi*, Rou.

Por la abundancia y variedad de formas de sus equinos, es muy notable la analogía de esta rica fauna con la de la misma edad de la provincia de Alicante.

Entre Soler y Benavente abundan los numulitos (*N. spira* y *Lucasana*, var. *Mentonensis*), con *Orbitolites papyracea*?, *Ostrea multicos-tata*, Desh.; *Cerithium Aragonense*, Car.; *Turritella imbricata*, Lam.; *Turritella edita*, Sow., etc., y sobre las margas que los contienen hay otras en que se halla el *Num. biarritzensis*, Arch.

Entre Benavente y Graus se extienden las margas con algunas capas de arenisca; y en la segunda se sobreponen las pudingas, que, con 250 metros de espesor é inclinadas al S., terminan en Castro, en contacto, por falla, con las calizas cretáceas.

Entre Mediano y El Grado, los tramos medio y superior del sistema se suceden en este orden:

1.—Margas con *Nummulites granulosa*, Arch., muy abundante; *N. Brongniarti*, Arch.; *N. Ramondi*, Defr.; *Pentacrinus didactylus*, Orb.; *Cidaris subularis*, Arch., y *C. Oosteri*, Laube.

2.—Margas con *Num. lævigata*, Brug. = 10 metros.

3.—Caliza compacta con *Num. perforata* y *N. complanata* = 25 metros.

4.—Margas azules con *Num. complanata* = 52 metros.

5.—Margas con *Ostrea Medianensis* = 27 metros.

6.—Margas azules con *Macropneustes pulviratus*?, Ag.; *Pecten*, *Turritella*, etc. = 58 metros.

7.—Margas rojas y conglomerados = 60 metros.

8.—Pudingas del tramo superior = 150 metros.

Estas pudingas se extienden hasta El Grado, coronando algunos montes que pasan de 800 metros de altitud.

Entre el Isábena y el Noguera se estrecha considerablemente esta faja de margas; y entre Arén y San Esteban del Mall, sobre las areniscas y arcillas rojas cretáceas, que suman 150 metros de espesor, se suceden los siguientes niveles eocenos:

1.—Caliza con orbitolites = 15 metros.

2.—Caliza con *Lucina Corbarica*, Leym., y *Velates Schmidellii*, Chem. = 25 metros.

3.—Caliza margosa con *Operculina granulosa* y *Num. Leymeriei*, var. *A.* = 40 metros.

4.—Caliza con *Alveolina subpyrenaica*, Leym. = 55 metros.

5.—Margas azules con numulitos, operculinas, orbitolites, etc. = 80 metros.

6.—Pudingas y areniscas con *Ostrea multicos-tata* = 250 metros.

7.—Caliza con *Alv. subpyrenaica* = 50 metros.

Bajando de la cumbre en que se halla San Esteban al río Isábena, reaparecen con orden inverso los cuatro últimos, desarrollándose principalmente en el fondo del valle las margas azules con *Nummulites striata*?, Defr.; *Operculina ammonica*, Leym.; *Trochocyathus van den Hecke*, Edw. et H.; *Schizaster vicinalis*, Ag.; *Ostrea multicos-tata*, Desh.; *Natica Rodensis*, Car., y varias especies de turritelas, entre otras *T. Dufrenoyi*, Leym.; *T. Rodensis*, Car.; *T. Trempina*, Car., y *T. Figolina*, Car.

*Tramo superior.*—Muy desarrollado se halla en el Alto Aragón el maciño de fucoides; pero si bien ocupan los estratos superiores á las margas azules con fósiles, faltando una gran parte de éstos, yacen alternantes ambas rocas, y con mucha frecuencia se ven los últimos numulitos en capas margosas azuladas, intercaladas entre maciños en los cuales ya se notan los primeros fucoides. Así se observa en las cercanías de Boltaña, entre la ribera de Fiscal y la Tierra de Biescas, entre Jaca y Borau y en los valles de Ansó, Hecho y Aragüés, comarcas todas en que con mayor extensión se manifiesta este tramo.

Acomodándose á la marcha general de las margas, inclinan sus capas menos de 45°, y en muchos sitios aparecen casi del todo horizontales, como, por ejemplo, entre Basarán y Berbusa, donde á favor de la denudación que ensanchó los profundos barrancos de esos términos, puede contarse para el maciño de fucoides un espesor de 350 á 400 metros. Aparece en general compuesto de capas muy delgadas, fácilmente divisibles en hojas, que se usan en muchos pueblos para cubiertas de tejado; es casi siempre gris amarillento al exterior, gris azulado en la fractura fresca, y rara vez deja de contener una cantidad bastante apreciable de mica plateada ó amarillenta.

En los valles occidentales de nuestros Pirineos, es decir, desde el

de Ansó al de Broto, forman repetidos pliegues sus bancos, que también se arquean en el sentido de la dirección y se desgarran, según se nota entre Biescas y el puente de Santa Elena, y en otros muchos sitios. Intimamente asociados á las margas se destacan ó disgregan de las calizas por una larga falla que, procedente de Navarra, cruza la región pirenaica del Alto Aragón al S. de los castillos de Ansó y Hecho, de Bisaurín, Collarada y Tendenera, y del grupo de las Tres Sorores, á lo largo del valle de Vió, hasta las vertientes meridionales de la Peña Montañesa. En los valles de Ansó, Hecho y Aragüés, se confunde con las margas y calizas numulíticas, y seguramente no sería en ellos donde más fácilmente se podrían establecer las tres divisiones que consideramos; en los de Aisa y Borau se despliega más y se hace notar mejor por la abundancia de *Chondrites* de que se observan varias especies. La parte baja del de Canfranc y de los de Garcipollera y Acumuer, están constituidas por él en gran parte, así como una sección de la Tierra de Biescas, donde se divide en dos fajas: una extendida al N. de aquella villa, que por los barrancos de Yésera y el monte Cotefablo pasa al valle de Broto, y otra que cruza entre Susén y Casbas hasta los puertos de Santa Orosia, de donde se prolonga por Fenés hasta el término de Fablo.

En La Solana y Santa Marina sufren los maciños las dislocaciones ya citadas del subgrupo anterior; se normalizan en su marcha alrededor de Boltaña, donde abundan varias especies de *Chondrites*; continúan por la sierra de San Vicente hacia Labuerda; desaparecen en gran parte al otro lado del Cinca, y antes de llegar á la cuenca del Esera pierden casi toda su importancia y desarrollo.

FAJAS DE LA REGIÓN SUBPIRENAICA.—Mucho mejor que en la región pirenaica se distingue de los otros tramos la caliza numulítica en la cordillera central, desde la sierra de Salinas hasta el Montsech, y su agrupación con la cretácea y triásica es muy íntima, marcando con ellas el relieve de las altas crestas. Es la caliza la base de las tres fajas numulíticas señaladas al O. del Gállego. La situada más al S. comienza en San Felices, cruza este río por detrás de los Mallos de Riglos, forma las vertientes meridionales de las sierras de Loarre y

Aniés y desaparece al SO. de Gratal, antes de alcanzar las márgenes del Isuela. Los primeros bancos encierran alveolinas, y á medida que los siguientes se hacen más arcillosos, contienen mayor cantidad de numulitos, sobre todo en la Virgen de la Peña de Aniés. Los bancos en la sierra de Loarre están bastante desviados al O., y dirigidos, como la faja, al O. 19° N., inclinando entre 50 y 60° al S.SO.

Con mayores interrupciones aún que la caliza, se presentan las margas á lo largo de la cordillera central. Se muestran en las tres fajas de Salinas de Jaca, dirigiéndose las capas de la de en medio desde las vertientes meridionales de las Osquetas al puente de Tulosana. La faja septentrional se desarrolla más ampliamente y con mayor continuidad hacia L. hasta las márgenes del Alcanadre, es decir, en la longitud de 52 kilómetros. Se extiende por Santa María de la Peña, Triste y Yeste, á la derecha del Gállego; pasa á la orilla opuesta en la desembocadura del Garoneta, y siguiendo el curso de este río, ocupa el fondo del valle de Rasal, con un ancho entre dos y tres kilómetros, que disminuye considerablemente al E. de Bentué. En todo este trayecto no escasean las especies fósiles, entre las cuales hemos determinado las siguientes: *Echinolampas discoideus*, Arch.; *Idmonea Petri*, Arch.; *Retepora bivicata*, Gold.; *Pustulopora Labati*, Arch.; *Terebratella Vidali*, Mall.; *Spondylus limoides*, Bell.; *S. radula*, Lam.; *Pecten biarritzensis*, Arch.; *Lithophagus Deshayesi*, Dix.; *Pholadomya Konincki*, Nist., y otras varias de las citadas anteriormente.

Ocultos los bancos de margas por el eoceno lacustre al N. de los crestones calizos de Peiró, reaparecen en el término de Arguis, ocupando el fondo del pantano del Isuela, limitado también irregularmente al E. por los cordones de caliza que le separan del valle de Belsué, cuyo fondo constituyen en la superficie de cinco á seis kilómetros próximamente. Desde aquí las capas margosas se prolongan al E. hacia la Casa de Orlat y el Mesón de Santa Eulalia, ocupando á la derecha del Guatizalema el centro de algunas de las muchas depresiones producidas por los trastornos estratigráficos de la sierra de Guara, á causa de los cuales aquéllas buzan con muy poca incli-

nación en rumbo contrario al de las calizas triásica y cretácea que se alcanzan a mayor altura. Entre las especies encontradas en estos bancos dignas de llamar la atención, mencionaremos la *Nerita Schmidelli*, Chemn., que en el Mesón de Santa Eulalia presenta ejemplares notables por su tamaño, pues algunos llegan a 25 centímetros de diámetro. Hállanse también diversos equinodermos; *Schizaster Newoldi*, Arch., y *Eupatagus ornatus*, Agass., principalmente.

Pasan algunos bancos de la formación al otro lado de aquel río, al O. de San Cosme, y reaparecen varios asomos al S. de Favara constantemente en el fondo de los barrancos, sobresaliendo algunas capas más consistentes a uno y otro lado del camino de Coseullano, donde son notables, entre otras especies, la *Alveolina longa*, Lam., muy abundante, y algunos ejemplares de *Sphaeretrochus mixtus*, Defr. sp. Con muy poco espesor descansan las margas sobre las calizas de las vertientes opuestas de la sierra, y de nuevo aparecen en el fondo de Rodellar alrededor de las Almunias.

Ya en adelante poca importancia tienen las margas numulíticas a lo largo de la cordillera central; y son débiles representantes de ellas los últimos bancos de calizas numulíticas muy arcillosas, a uno y otro lado de las sierras de Sevil, Alquézar y Barced.

Entre el Cinca y el Noguera se reduce este horizonte a pequeños afloramientos que apenas merecen particular mención, tales como algunos de las vertientes occidentales de Buñero y otros de los términos de Baldellou y Finestras. Al N. del Montsech, en el barranco de las Pereras, se descubren bajo el eoceno lacustre las margas azules con ostras y turrítelas, cubiertas en parte por maciños de fucoïdes. Las capas inclinan suavemente al NO., arrumbamiento irregular señalado en aquella sierra por una inflexión que sus estratos hacen sobre el Noguera.

Las Osquetas de Salinas, al S. de este pueblo, forman la segunda faja, que desaparece en las márgenes del Gállego, oculta bajo las margas y maciños de fucoïdes.

Mayor constancia y desarrollo presenta la faja del N., que ocupa las vertientes septentrionales de la cordillera central. Comienza con

pequeño espesor entre Villaluenga y Salinas de Jaca, cruza el Gállego en la Peña y limita el valle de Rasal a izquierda del Garoneta, con buzamiento constante al NE., determinando relieves orográficos muy pronunciados. Presenta esta faja frecuentes ondulaciones, sufre un desvío repentino al N. de Peiró y ensancha un poco entre Bentué y el pantano del Isuela, alojado entre sus margas, cuyas aguas contiene con sus estratos calizos, muy desarrollados en Gratal y El Escalar.

Según el Sr. Carez, entre Yeste y Murillo se suceden los estratos con el orden siguiente:

- 1.—Areniscas y pudingas.
- 2.—Caliza con corales = 15 metros.
- 3.—Margas azules con *Serpula spirulea*, *S. dilatata* y *Pecten subtripartitus* = 100 metros.
- 4.—Caliza azul con pocos fósiles = 50 metros.
- 5.—Caliza compacta llena de alveolinas (*Alveolina melo* y *A. subpyrenaica*) = 15 metros.
- 6.—Caliza margosa azul = 20 metros.
- 7.—Arcilla roja garumnense = 25 metros.
- 8.—Caliza compacta muy dura con *Lychnus Pradoi*, Vern.; *Bulimus*, etc. = 10 metros.
- 9.—Margas rojas y calizas, también garumnenses, con ostras, separadas de las capas siguientes por una falla = 50 metros.
- 10.—Margas azules terminadas en la parte superior por un banco de caliza compacta con numulitos = 25 metros.
- 11.—Caliza compacta con numulitos, alternante con margas rojas = 60 metros.
- 12.—Margas azules = 30 metros.
- 13.—Caliza compacta amarilla con numulitos = 5 metros.
- 14.—Pudingas separadas de la anterior por una falla = 250 metros.

Otro recodo bastante acentuado en esta tercera faja deslinda entre el Pantano y Mesón Nuevo, las hondonadas de Lésera y Belsué, desprendiéndose un ramal hacia Santa Eulalia la Mayor y rodeando

las fajas concéntricas de las orillas del Guatizalema. Dos de ellas corresponden al numulítico; una interior, contorneada alrededor de San Cosme, casi exclusivamente margosa en su comienzo, con progresivo desarrollo en las vertientes meridionales de Guara, desde las gargantas de Favana; otra que, desviada al NE. hacia la Casa de Orlato, regulariza su marcha en las vertientes opuestas de dicha sierra sobre el valle de Nocito.

En ningún sitio de la provincia se presentan con tan irregulares circunstancias como alrededor de la sierra de Guara, por las dislocaciones que en todos sentidos sufrieron los estratos hasta el eoceno lacustre inclusive. Estas dislocaciones, acentuadas ya desde la sierra de Salinas, continúan hasta las márgenes del Vero; y se comprueban los repetidos trastornos estratigráficos que produjeron tantos pliegues y fallas, por las anómalas direcciones de los bancos que con frecuencia se observan. Así, en el Castillo de Santa Eulalia, sobre la derecha del Guatizalema, avanzando al Mediodía, se levanta la caliza amarillenta y rosácea con alveolinas, arrumbada E. á O., inclinando 40° al S., y alrededor del Pantano tuerce casi en ángulo recto su dirección, que en varios sitios de estas sierras aparece perpendicular á la normal, ó sea de NO. á SE.

Las calizas con alveolinas y numulitos forman las gargantas de Guara, entre la Casa de Favana y la Fuente del Xinebro, y reaparecen tres kilómetros más al N., apoyadas sobre las superiores cretáceas, con el orden sucesivo de composición tantas veces expresado. Abundan principalmente los equinodermos y los numulitos (*N. exponens*, Sow.; *N. granulosa*, Arch., y *N. perforata*, Orb.) en las capas bastante arcillosas del barranco de la Pillera, y sobre éstas hay otras algo más compactas, que son una especie de lumaquela de numulitos con las especies citadas y el *N. Lucasana*, Defr. Todos estos bancos, con los cretáceos ya descritos, sobresalen en las altas crestas de Guara, cortadas á L. por el Alcanadre, entre la Chasa de Rodellar y las Almunias. A orillas del Mascún los bancos de la caliza con alveolinas sirven de unión á la sierra de Guara y la de Barced, prolongadas irregularmente hacia la faja pirenaica.

Un saliente numulítico se despliega en arco desde el SE. de la sierra de Guara, pasando por Yaso al cerro de Santa Quiteria, junto al pueblo de San Román: consiste en caliza compacta con alveolinas, se apoya sobre un asomito triásico hacia Morraño, y se oculta en gran parte bajo los conglomerados lacustres que le rodean. Se restablece algún tanto la regular disposición de los estratos calizos á lo largo de las sierras de Sevil y de Alquézar, donde ampliamente se desarrollan con ligera inclinación al NE. Los bancos inferiores son de caliza bastante pura, compacta y casi marmórea, de colores muy claros, con abundancia de alveolinas (*A. ovoidea*, Lam.); y en la partida del Tito se explota para las esculturas toscas de la comarca otro de caliza blanca, de fácil labra y muy tenaz en cuanto pierde el agua de cantera. Siguen á éstas, en orden ascendente, las arcillosas y cuarcíferas, con numulitos y otros fósiles, que pasan á otras más compactas, de aspecto brechoide, como en el Pinar de Asque, ó bien constituyen una marga sabulosa fosilifera, como en la fuente de Lecina, donde se arrumban con mucha irregularidad, y encierran con abundancia la *Alveolina longa*, Lam.

Más á L. desaparece casi por completo el numulítico bajo las formaciones lacustres, y sólo se ven algunos bancos de caliza con alveolinas en la sierra de Asque y en la Paca de Naval, y en un asomito que, apoyado sobre el cretáceo, encauza el Cinca en la estrecha y profunda garganta de Nuestra Señora de Torre-Ciudad.

Con las capas de la sierra de Alquézar deben relacionarse otros dos islotes que, entre el mioceno de Barbastro, constituyen los promontorios de La Guardia y El Pueyo, y que juntos no ocupan más de un kilómetro cuadrado. En ambos la caliza es muy compacta, de color rojizo, y contiene muchas alveolinas y miliolitos.

Entre el Cinca y el Noguera, separadas por otras tantas cretáceas, se extienden cuatro fajas numulíticas desde Aguinalú hasta la Cruceceta de Alíns: la primera corona las crestas de la sierra de Aguinalú con la anchura de un kilómetro; la segunda compone el monte Buñero en capas casi horizontales, y se prolonga muy estrecha entre el cretáceo hacia la sierra de Olvena y la presa del canal de Tamarite;

la tercera, más al S., forma parte de la serie desprendida de la segunda en el valle de hundimiento abierto entre el Buñero y la Cru-ceta, la cual está constituida por la cuarta.

Claro es que todas estas fajas son fragmentos de una misma, que las dislocaciones y desgarres de las capas separaron en otros tantos brazos, y todas se componen de una caliza compacta de colores muy claros con alveolinas, unida á otra de aspecto brechoide, rojiza, amarillenta ó de color de carne, ambas susceptibles de adquirir buen pulimento.

Una de estas fajas de caliza con alveolinas asoma entre los conglomerados eocenos, apoyada entre la cretácea, desde el término de Castarlenas, cruza al N. de Benabarre, y cubierta de nuevo por el lacustre, reaparece antes de llegar á Tolva, en general muy inclinada al NE.; otra cubre al S. de Benabarre el cretáceo de las vertientes orientales de Buñero, se prolonga á Purroy y queda cortada antes de llegar á San Quilez. En algunos bancos pasan estas calizas á sacarinas y continúan siempre con abundancia de alveolinas.

Nada menos que seis fajas numulíticas cruzan á lo largo del Montsech, sujetas todas á las inflexiones de las cretáceas que las separan. La primera comienza á orillas del Noguera, al S. de Chiriveta, y por Mongay se dirige hacia Tolva; la segunda se muestra en corta extensión entre Fet y Finestras; todavía más estrecha se halla en este último la tercera, separada de la anterior por el garumnense; ocupa la cuarta las vertientes septentrionales de la sierra Perpella, al otro lado del Guamp; la quinta, más ancha que las anteriores, se extiende al SE. de San Quilez por los Mártires de Camporrells, corta el camino que une á este último pueblo con Baldellou, y se prolonga, al N. de éste, á los Castellazos de Tregó (Cataluña), altos promontorios que dominan la derecha del Noguera. Aquí se sobreponen á las calizas compactas de alveolinas otras arcillosas y cuarcíferas de grano grueso, con gran cantidad de ostras, en representación del segundo tramo, ó sea el de las margas azules; y al S. de Baldellou, coronando las cimas de sus sierras hasta el pico de San Salvador, se encuentra la sexta, la mayor de todas, que se prolonga al N. de

Castillonroy, en dirección á Nachá, y forma la cubierta de un pliegue cóncavo, así como la anterior.

En pocos parajes, y con escaso espesor, se encuentra el maciño de fucoides á lo largo de las fajas subpirenaicas. Entre Riglos y La Peña cubren en corta extensión las margas azules del puente de Tolosana, y entre el Mesón de Santa Eulalia y la Casa de Orlato se muestran poco inclinados al NE. sobre las margas, prolongándose los bancos hacia Lusera. Algunas encierran á la vez ostras y fucoides; continúan al lado opuesto en las vertientes septentrionales de Guara, reaparecen en las cercanías de las Almunias y de Rodellar cubriendo las margas cenicientas, y sólo se muestran en manchas pequeñas junto al barranco de las Pereras, al N. del Montsech.

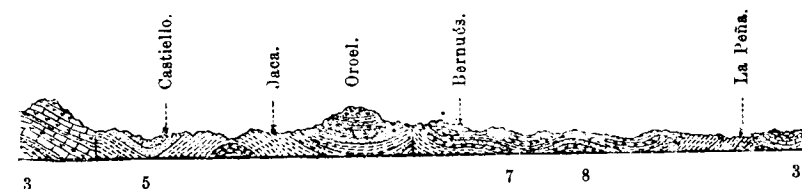


Fig. 4.—Corte de Collarada á los Mallos de Riglos.

Para resumir en pocas palabras los caracteres estratigráficos del eoceno de esta provincia, en las figuras 4 á 10 se dibujan las variaciones de sus capas y el orden de su sobreposición á las formaciones más antiguas que ellas.

Entre la parte baja del valle de Canfranc y los Mallos de Riglos, donde termina la parte montañosa del Alto Aragón, sobre las márgenes del Gállego (fig. 4), se ve el numulítico desgajado en secciones por varias fallas. La más notable cruza al pie meridional de la elevada y vistosa montaña de Collarada, compuesta en su base por capas cretáceas, 3, y coronada en sus ríscas crestas por las calizas con alveolinas y con numulitos del tramo inferior. Pasada la falla se encuentran diversamente onduladas con varios sinclinales y anticlinales las margas, 5, del tramo medio y los maciños con fucoides, coronados estos últimos por la gran masa de conglomerados lacustres, 7, del monte Oroel. Al pie de éste se marca otra falla entre las capas



numulíticas que, onduladas con suaves inclinaciones y ocultas en gran parte bajo los conglomerados, 7, areniscas, 8, margas y calizas del eoceno lacustre, se extienden ampliamente hasta La Peña. En este punto se levantan más fuertemente, inclinadas al N.NE., las capas del tramo inferior, concordantes con las garunnenses y senonenses, 5, infrayacentes, doblemente encorvadas, hasta quedar cortadas en la primera falla de los Mallos de Riglos, donde sobresalen prodigiosa y pintorescamente recortados los conglomerados del sistema.

Según se dibuja en la figura 5, al pie de las sierras de Hoz y de Santa Orosia, donde termina el valle de Tena, cruza la gran falla de Collarada, que separa el cretáceo, 5, de las margas, 5, y maciños numulíticos que se extienden por la Tierra de Biescas, se ocultan bajo el lacustre en el alto monte de Oturia, y después de su reaparición en la falda meridional de este último, quedan cortados por una falla que, en el puente de Sabinánigo, aísla la formación marina de la de agua dulce, 7, 8. Esta se desarrolla ampliamente con varios kilómetros de anchura hasta cerca de Arguis, donde reaparecen las capas numulíticas del tramo inferior, 4, apoyadas sobre las cretáceas, 5, y las triásicas, 2. Al N. de Nueno una falla pone en contacto a estas últimas con las capas de la base del mioceno, 10.

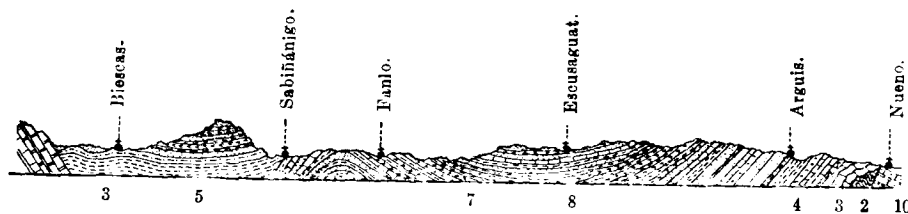


Fig. 5.—Corte de Biescas á Nueno.

Un corte trazado desde las Tres Sorores (Mont Perdu) hasta Montearagón, cerca de Huesca (fig. 6), nos representa el numulítico dividido en cinco secciones: 1.ª La de las cumbres de las Tres Sorores, donde las calizas del tramo inferior yacen concordantes sobre el cretáceo, 5, con suave inclinación al N.NE. 2.ª La comprendida entre Fanlo y Gillué, en que las margas, 5, del tramo medio y los ma-

ciños del superior se contornean con varias ondulaciones, cubiertos en la cumbre del Canciás por el eoceno lacustre, de un modo análogo al que se observa en el Oroel. 3.ª La que muestra las margas, 5, del tramo medio y las calizas, 4, del inferior, sobrepuestas al cretáceo, 5, y al trias, 2, de las vertientes septentrionales de la sierra de Guara. Se marca en las meridionales de esta última un anticlinal cuyo eje está formado por la ofita, 1, sobre la cual reaparecen las mismas capas que por el lado opuesto, constituyendo la 4.ª sección de las numulíticas cortadas por una falla, pasada la cual reaparecen las margas de la 5.ª, ocultándose al fin debajo de las del mioceno inferior ó del oligoceno, que suavemente se doblan en la casa de Favana hasta extenderse con suave buzamiento meridional por la Tierra Llana, á partir de Coscollano.

En los otros cuatro cortes de conjunto que á continuación se dibujan, el eoceno aparece mucho más apartado del eje de los Pirineos. Según el de la figura 7, las cinco secciones en que yace desgarrado el sistema, están distribuidas de este modo: Al N. de Saravillo hay un grupo de capas del tramo inferior, sobrepuestas con suave inclinación meridional al cretáceo, y con análoga disposición se extiende la segunda al S. del mismo pueblo, en el remate inferior del valle de Gistain, donde el Cinqueta se une al Cinca. Entre Ceresa y Torrelisa coronan casi horizontales unas capas de caliza numulítica sobrepuestas á las cretáceas, hasta quedar cortadas todas por una falla, al S. de la cual se extienden

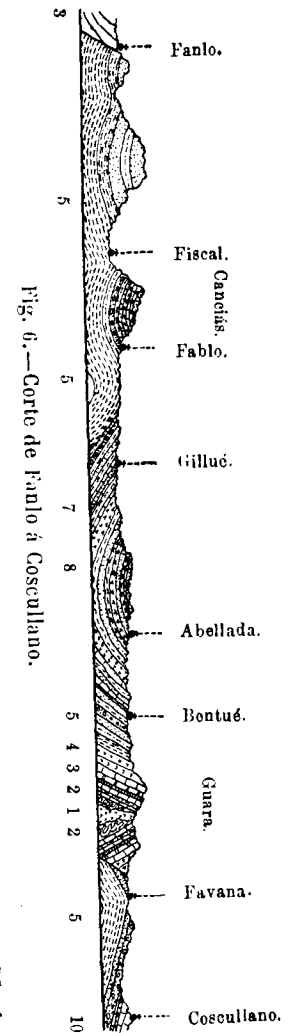


Fig. 6.—Corte de Fanlo á Coscollano.

amplia y suavemente rizadas las margas azules, 5, que casi por completo componen la sección 4.<sup>a</sup> Algún tanto estrechada sigue á éstos la faja del lacustre, 7, pasada la cual asoman con mayor desarrollo los bancos triásicos, 2, con su acompañamiento de yesos y ofitas, 1, hasta terminar en una falla al S. de Hoz de Naval, desde donde se

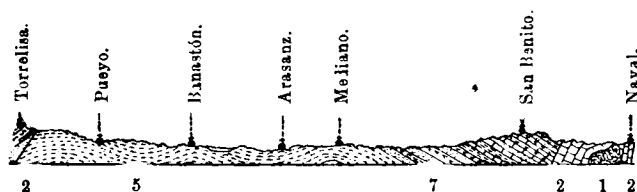


Fig. 7. — Corte de Torrelisa á Naval.

extienden las capas miocenas. Merced á otra falla que se marca al pie del cerro de Nuestra Señora del Pueyo, cerca de Barbastro, asoman en corto trecho las capas de calizas del tramo inferior, y sin señales de margas ni de maciños, se ocultan debajo de una gran masa de yesos que forman parte del sistema mioceno de la Tierra Llana.

Todavía están más alejadas de los Pirineos las cinco secciones numulíticas en la cuenca del Ésera (fig. 8), la principal de las cuales se

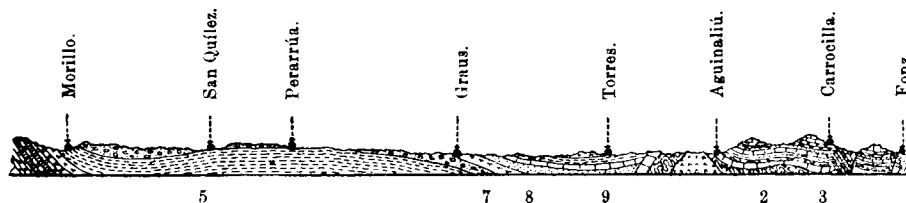


Fig. 8. — Corte de Morillo á Fonz.

desarrolla entre Morillo y Graus, compuesta casi exclusivamente de las margas, 5, que se ocultan bajo las capas 7, 8, 9 del eoceno lacustre entre Graus y Torres del Obispo. Pasado el límite meridional de estas últimas capas, una serie de fallas disgrega en cuatro fajas las calizas del eoceno inferior, sobrepuestas al cretáceo, 5, y al

trias, 2: una de ellas al S. de Aguinaliú, otra en la cima del pico Buñero, y las otras dos entre la Carrocilla y Fonz.

Disposición análoga á la que se ve en la cuenca del Ésera tiene el eoceno en la del Isábena, á la cual corresponde la figura 9. La ca-

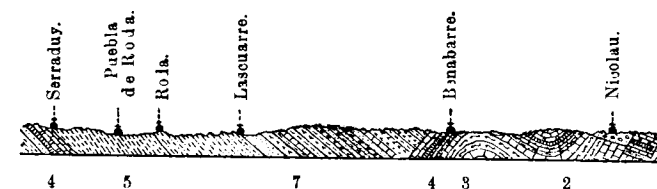


Fig. 9. — Corte de Serraduy á Peralta.

liza, 4, del tramo inferior y las margas, 5, del medio se extienden con buzamiento meridional entre Serraduy y Lascuarre; desde este pueblo hasta cerca de Benabarre se ocultan debajo de la gran faja lacustre, 7, y luego aparecen las calizas numulíticas, 4, asociadas al cretáceo, 5, y al trias, 2, en tres fajitas: una al N. de Benabarre, otra entre esta villa y el Mas de Nicolau, y otra al N. de Peralta de la Sal.

El último corte general (fig. 10) inmediato á Cataluña, es el de la cuenca del Noguera Ribagorçana, en la cual se presenta el sistema en

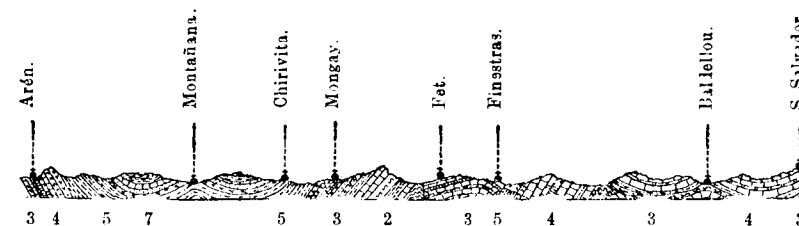


Fig. 10. — Corte de Arén á San Salvador.

las seis secciones siguientes: La 1.<sup>a</sup>, comprendida entre Arén y Mongay, muestra en sus extremos las calizas de la base apoyadas sobre el cretáceo, 5, teniendo sus bancos suavemente ondulados con dos fajas lacustres sobrepuestas, una al N. y otra al S. de Montañana. Pasada una falla que cruza por los yesos del trias, yacen sobre-

puestas al cretáceo, 3, la 2.<sup>a</sup> sección en Fet y la 5.<sup>a</sup> en Finestras. Al S. de este lugar, una falla hace asomar la 4.<sup>a</sup> sección, compuesta de las margas azules, 5, y de las calizas del tramo inferior concordantes, con buzamiento septentrional, sobre el cretáceo y el trias. Dóblanse éstos más al S. en un anticlinal, y las calizas inferiores de las secciones 5.<sup>a</sup> y 6.<sup>a</sup> coronan las pintorescas sierras de Baldellou y San Salvador, al pie de las cuales, en contacto con las capas de la serie secundaria, se extienden las miocenas de la parte baja de la provincia.

#### EOCENO SUPERIOR

##### (Grupo lacustre.)

Por cualquiera parte que se cruce la provincia de Huesca en el sentido de su longitud entre los Pirineos y la Tierra Llana, se extiende en el centro de la región subpirenaica, desde los confines con la de Zaragoza hasta Cataluña, la formación eocena lacustre, ocultando el grupo numulítico en los límites expresados anteriormente.

Aparte de varias manchas pequeñas ó irregulares, se manifiesta principalmente en una faja que desde la cuenca del Gállego estrecha gradualmente hacia las márgenes del Cinca, al E. de las cuales se esparce hasta el Noguera con caracteres distintos de los que tiene en su primera sección. En ésta constituye un territorio de raquílica vegetación, y sobresale en cordones montañosos al N. de la Cordillera central, con vertientes en escalinata por el lado opuesto al del buzamiento de los estratos, poco inclinados, que constituyen el suelo. Estos, en conjunto, se doblan en una inflexión cóncava, prescindiendo de ligeras ondulaciones, y se componen de la alternación, varias veces repetida, de calizas cuarcíferas bastante duras que forman los salientes de los montes, y de margas arenosas de variados colores, que con facilidad se agrietan, se desmoronan y son arrastradas por las aguas. El espesor de estos bancos varía entre 50 centímetros y tres metros, y en ellos se ven tránsitos á dos rocas extremas, á

saber: por un lado, á conglomerados de cantos de caliza en su mayor parte, y por otro, á calizas silíceas muy compactas y de fractura concoidea, intercaladas con las anteriores en lechos muy delgados.

Dos variedades se distinguen en los conglomerados eocenos: una, que podríamos llamar con referencia á esta provincia, del Oroel ó de Riglos, y otra desarrollada en el centro de la faja, que difiere de la anterior por sus cantos menos voluminosos, más redondeados, de más variedad de colores y composición y de cemento más parecido á las margas arenosas y calizas cuarcíferas, entre las cuales se intercala. El conglomerado del Oroel se extiende también entre estas capas, á su vez superiores á los maciños de fucoides, siguiendo con diversas interrupciones los límites que separan esta formación, tanto de la faja secundaria y numulítica del N., como de la ya descrita á lo largo de la Cordillera central, cuyas vertientes meridionales rebasa, invadiendo en muchos parajes el comienzo de la Tierra Llana, donde se halla en contacto discordante las más veces con el mioceno. Por su proximidad á este último incluyo en el eoceno lacustre dicho conglomerado, que tal vez otros geólogos calificarían de oligoceno, y el cual, á larga distancia, se distingue por sus colores agrisados y amarillentos claros con manchas rojizas, predominando entre sus cantos las calizas azulada, amarillenta y pardo-rojiza, con alveolinas y numulitos, acompañadas de otros de cuarzo blanco, piedra lida, maciños y ofita. Sus bancos en pocos sitios pasan de 45° de inclinación, y su espesor total no baja de 200 metros, tanto en el Escalar de San Juan de la Peña como en el Oroel, donde sobresalen de un modo pintoresco á grandes alturas. Mientras no puedan apreciarse todas las diferencias entre las margas y maciños numulíticos y las margas abigarradas y calizas cuarzosas del eoceno lacustre, la agrupación de este tramo entre los primeros parece muy natural, y más si se tiene presente la división establecida por Vézian en el numulítico de Cataluña; pues la existencia de los conglomerados entre las margas y maciños eocenos inducen á separarlos del grupo marino para trasladarlos al que indudablemente es lacustre. Su disposición en fajas

extensas se acomoda también á los caracteres de composición y á las diferencias con el otro conglomerado, al que, por otra parte, pasa en el N. desde Oturia hasta el Noguera. Se explican tales diferencias por la consideración de que pueden muy bien formarse al mismo tiempo en una cuenca lacustre dos clases de depósitos. Uno sujeto á mayores arrastres y á sedimentación más prolongada, cuyo espesor va en aumento desde las orillas hacia el centro del lago, y otro que gradualmente va cercenando sus bordes por la acumulación de peñascos y cantos tomados de las rocas que lo limitan.

Reducido, en rigor, por la parte septentrional á las dos cornisas que se elevan á grande altura en los montes de San Juan de la Peña y en el Oroel, este conglomerado sigue más constante por el lado opuesto, á lo largo de la Cordillera central, desde la sierra de Santo Domingo hasta más allá del Cinca. A uno y otro lado del Gállego, repartido con bastante irregularidad, á veces en manchas muy pequeñas, contribuye tanto ó más que las calizas triásica, cretácea y numulítica á formar en aquellas sierras los grandes cortes naturales, profundas cañadas y gigantescas cornisas, los obeliscos, torreones, agujas, murallones y grutas de las más sorprendentes y maravillosas figuras; y así se observa en los altos montes de Pórtalas y Peña-Ruaba al N. de Agüero, en el encinar de la Peña y en los famosos Mallos de Riglos, donde el conglomerado aparece separado de las formaciones que le rodean por dos fallas, entrando en su composición cantos de caliza que no miden menos de ocho metros cúbicos de volumen. Desde aquí se reduce considerablemente su anchura y desaparece al pie de la sierra de Loarre, hacia la divisoria de aguas, en la Tierra Llana, del Gállego y del Flumen. A orillas de este último se levanta de nuevo en los dos torreones del Salto de Rodán, donde separa el mioceno de las formaciones más antiguas, con inmensos tajos á plomo continúa por la sierra de San Julián, sobre todo en la Val de Osera, y aquí se intercala entre el cretáceo, el numulítico y el triás, á causa de las grandes dislocaciones que sufrieron por esta parte todas las formaciones. Con frecuencia se observan cambios repentinos en la dirección de los estratos lacustres que de O.NO. á

E.SE. pasan al rumbo de N.NE. á S.SO., con inclinación variable, en pocos sitios mayor que los 45°.

Claramente se muestra á orillas del Guatizalema la discordancia del eoceno lacustre con el triás, el cretáceo y el numulítico por un lado, y por otro con el mioceno en la Almunia del Romeral, donde sus capas se dirigen al E. 15° S., bastante inclinadas al S.; y junto al mismo río, algunos kilómetros al N., yace enclavado en formaciones más antiguas, limitado por dos fallas como en los Mallos de Riglos.

En el Piperé, en la hondonada de San Cosme y en las gargantas de Favara, el conglomerado del Oroel constituye los sorprendentes tajos y quebradas con que pintorescamente remata la sierra de Guara, cuyas faldas meridionales rodea, mostrándose también en Santa Cilia y Bastaras, entre Yaso y Morrano, y en las márgenes del Alcanadre hasta la sierra de los Juncos. Al N. de Rodellar se dibujan en él los colosales tajos del barranco Fondo, y tanto por las especiales y variadas condiciones de su composición, como por intercalarse entre él varios lechos irregulares y lutejones delgados de margas arenosas, se desagrega y derrubia con el transcurso del tiempo, de tal manera, que resultan ventanajes, puentes, ciudadelas, torres, agujas y pirámides cual si hubieran sido esculpidos por la mano del hombre.

Menos aparente se exhibe el conglomerado á lo largo de las sierras de Sevil y de Alquézar; pero de nuevo se señala con acentuado relieve en las orillas del Vero, y en parte cubierto por el mioceno confundido con el resto del eoceno, desaparece en las sierras de Hoz y de Salinas y adquiere nuevo desarrollo en las orillas del Cinca. Entre El Grado y Nuestra Señora de Torre-Ciudad, rodea el cretáceo y numulítico con bancos tan escasamente cubiertos de tierra vegetal, que á grandes distancias muestran por su desnudez la facies especial que le caracteriza; y entre las sierras de Volturina y Olvena, á la izquierda del citado río, hace una inflexión que por un lado toca en el cerro de San Roque, á corta distancia al S. de la Puebla de Castro, y por otro rodea en parte los estrechos del Ésera, junto á la

presa del Canal. Un poco más al S., en los derrames occidentales de Buñero, alrededor de Estadilla, se extienden los mismos bancos de conglomerado, que cubren gran parte del cretáceo superior, se esparcen en las hondas cañadas dirigidas hacia Alins y pierden gradualmente su importancia hasta que desaparecen. Muéstranse de nuevo en San Quilez, cuyas faldas occidentales ocupan en parte, y con los otros conglomerados de esta formación se descubren al S. del Montsech, en Fet y en Finestras.

Descrito este conglomerado del Oroel, llegado es el momento de tratar de la masa general que constituye la casi totalidad del eoceno lacustre del Alto Aragón, representado por las demás capas y rocas, el cual en la cuenca del Gállego ocupa la totalidad ó gran parte de los términos de Martes, Baylo, Mastuey, Larués, Arbués, Botaya, Bernués, Orna, Rapún, Arto, Latre, Binué, Ara, Javierrelatre, Anzánigo, Yeste, Triste, Centenero, Ena, Osia, Santa María de la Peña, Villaluenga y Las Pardinias, situadas á uno y otro lado del Asabón.

Las capas muy delgadas de caliza silicea muy compacta que se intercala entre sus conglomerados y margas abigarradas entre Martes y Luesia (Zaragoza), en Pie de Mulo y en la Pedrera de Osia, es de color negro ó gris oscuro y celulosa ó cavernosa, con impresiones de melanias, cuyos moldes han desaparecido completamente.

Siguiendo la carretera de Jaca á Huesca se encuentran los maciños y margas en la subida del Oroel, si bien por corto trecho y con tan débil espesor en sus estratos, algo trastornados, que dejan al descubierto las margas numulíticas en los barrancos que median entre Atarés y Bernués. A ello contribuye una falla que causó también dislocaciones enérgicas en el eoceno lacustre, cuyos estratos se retuercen y levantan con buzamientos opuestos en los kilómetros 469 y 470 de aquélla, mostrando los conglomerados alternantes con margas abigarradas. Estas, con delgados lechos interpuestos de calizas arcillosas, blanquecinas y agrisadas, se tienden cada vez más entre los kilómetros 463 y 457 hasta ponerse horizontales, no sin varias ondulaciones, según las cuales las capas inclinan 50° en la Venta del Sapo, 65 en los kilómetros 452 y 453 y 45 en Anzánigo y Osia.

Separa el río Basa de la faja central otra pequeña que avanza entre el Gállego y el Ara, desde Oturia y los puertos de Santa Orosia á la Peña de Canciás, dejando intermedia la numulítica ya descrita, al N. de la cual, en dichas montañas, se presentan las capas lacustres poco levantadas, con fuertes escarpas en los costados de los montes, arqueadas suavemente en un sinclinal y con señales de fósiles (*Melanopsis?*) en las calizas de colores claros, que alternan repetidas veces con margas abigarradas sabulosas, conglomerados y molasas.

Al S. de dicha faja numulítica, y á lo largo del cordón montañoso que separa el valle de Basa del de Sarrablo, las capas del eoceno lacustre se levantan con fuerte inclinación, tanto entre el puente Sabiñánigo y el barranco Rapún, como dos kilómetros al N. del Mesón de Gillué; pero no tardan en tenderse gradualmente para doblarse en el gran sinclinal que cruza el centro de la provincia. Fósiles mejor conservados que los de Canciás se encuentran al SE. de Secorún, en el paraje que llaman Alto de Patiello, correspondiendo todos á un melanopsis muy parecido al *M. albigiensis*, lo que denota la identidad del eoceno lacustre de esta provincia con el oligoceno de las inmediatas de Cataluña, estudiado por los Sres. Vidal, Deperet y otros. Por falta de las necesarias comprobaciones en el terreno seguimos incluyendo, siquiera sea provisionalmente, en el eoceno superior esta formación lacustre que tanto desarrollo tiene en el Alto Aragón.

Tanto en las orillas del Guarga, en la bajada de Laguarda á Secorún, como en la Pardiña de Trillo, entre Aineto y San Urbez, encierran las margas abigarradas algunos lechos de lignito, que varias veces fueron objeto de investigaciones mineras, infructuosas á causa de su reducido espesor, que pocas veces llega á 10 centímetros.

Marchando de Fiscal á Secorún, después de atravesar las margas azules de la base de esas montañas, se penetra en esta gran masa lacustre, que se eleva hasta 1750 metros de altitud entre San Juste y Secorún.

Estrechado gradualmente por el numulítico, se prolonga el eoceno lacustre por Bara, Otín, Matidero, Torrelluela, Montalbán, Letosa,

Bagüeste, Las Bellostas y Pueyo Morcat, hasta el extremo N. de la sierra de Barced, dirigiéndose sus estratos al SO. ó inclinándose tan sólo de 15 á 20° al NO., á causa de los trastornos que desviaron la faja eocena hacia las márgenes del Vero.

Queda al N. de ella, como prueba de su mayor desarrollo superficial, antes que las dislocaciones y denudaciones la hubieran reducido, un isleo pequeño que se marca entre el numulítico en el agudo cerro de Santa María de Buil, distinguible desde lejos por el contraste que hace con las margas azules numulíticas el color rojizo de sus rocas.

La distinción de las que componen esta formación y el deslinde de su faja se hacen cada vez más confusos entre la región alta del Vero y las orillas del Cinca, y estrechándose aquella, acaba por tocar el mioceno á L. de la sierra de Naval. Todavía en ésta y en la de Suelves continúa la alternación de las diferentes rocas que la constituyen, y en San Benito predominan en la parte superior los conglomerados, que forman el tránsito gradual á los depósitos eocenos esparcidos entre el Cinca y el Noguera Ribagorzana. En Fontiñán y Hospitalet alternan las margas abigarradas con arcillas cuarzosas, molasas y calizas blanquecinas, viéndose en estas últimas fragmentos de *Melanopsis*, *Cyclostoma* y *Planorbis*, de los cuales se ven también indicios en cuatro capas de 0'20 metros de espesor que se encuentran subiendo de la Mata á San Benito.

Entre éste y Naval se prolongan los conglomerados, que alternan repetidas veces con las otras rocas ya citadas, permitiendo ver los desmontes de la carretera entre Naval y Escanilla crecido número de fallas y hundimientos de las capas que les cortan en porciones muy pequeñas con inclinaciones y buzamientos diversos, como indica la figura 11.

Además de estas fallas, es frecuente la disminución ó el aumento repentino en el espesor de algunos bancos, que á veces se reducen á lentejones irregulares ó se entrecruzan caprichosamente, todo lo cual prueba cuán tumultuosa fué la sedimentación de una parte de los bancos eocenos, como si en la conclusión de este período, ó durante

la sedimentación de gran parte del oligoceno, hubieran sido más frecuentes las sacudidas que la corteza terrestre sufrió en las vertientes meridionales de los Pirineos, por aquel tiempo en vías de una emergencia que había de pasar de 4000 metros.

Desde los montes de Naval continúa la formación por la Paül y Monte Arnedo, donde se intercalan algunos lechos insignificantes de lignito, y continúa hacia el SE. por Solanilla y Mipanas hasta tocar

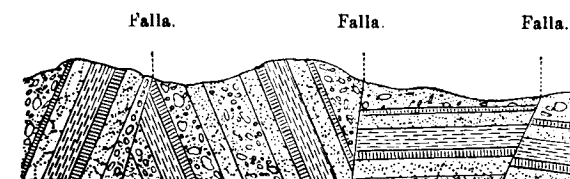


Fig. 11.—Corte del lacustre entre Naval y Escanilla.

las márgenes del Cinca. Entre éste y el Esera ocupa la casi totalidad de los términos de Puidecinca, Secastilla, Volturina, Puebla de Castro y Graus, alzándose á grande altura en la sierra de San Martín, que domina ambos rios, frente á la desembocadura del Isábena, y á la izquierda de éste se esparce irregularmente entre las fajas de las otras ya descritas, en capas horizontales ó poco inclinadas.

La masa principal continúa por las sierras de Capella, Laguarre, Lascuarre y Luzás; rodea al Montsech en los términos de Tolva, Viacamp y Lliterá, y toca al Noguera Ribagorzana entre Pont de Montañana y Chiriveta. En varios sitios, tales como en la Cogulla de Capella, algunos lechos se hacen carbonosos y encierran lechos de lignito, no siendo raro que contengan especies de *planorbis* y *limneas*. Los estratos, generalmente poco inclinados, se levantan mucho junto á Tolva; pero entre esta villa y Viacamp decrece su inclinación, que es al SO., y yacen casi horizontales al otro lado de Videllas y en las hondonadas de la Torre de Baró y Lliterá. Por todos estos parajes alternan repetidas veces los conglomerados con calizas arcillosas de aspecto brechoide, caliza silícea compacta, margas

abigarradas y molasas más ó menos deleznable, amarillentas. En estas últimas encontraron de Verneuil y de Keyserling, y después recogimos nosotros, restos fósiles de una palmera semejante al *Palmacites lamanonis*, Brong., con cuyo motivo dicen estos geólogos: «Sobre las areniscas hay una caliza blanquecina con algunas limneas y un planorbis parecido al *P. Castrensis*. Quizás estos fósiles marquen el horizonte de las areniscas eocenas de la vertiente francesa, análogo al de las calizas de planorbis y limneas de Miranda de Ebro, anteriores al mioceno.»

Esta respetable opinión es de mucho interés en el deslinde preciso de las dos formaciones lacustres de esta provincia, que, si aparecen perfectamente distinguibles entre el Gállego y el Cinca, necesitan puntos fijos de referencia entre el último río y el Noguera, donde los fósiles citados tienen bastante parecido con otros miocenos del partido judicial de Fraga, y las calizas en que unos y otros se presentan son también muy semejantes. Además de esto, la alternación con margas abigarradas, y sobre todo con los conglomerados, y las condiciones stratigráficas y orográficas con que se ofrece, contribuyen á establecer la separación que es debida.

La caliza con planorbis de Viacamp se prolonga por el N. á la Torre de Baró y Lliterá, mostrándose en cinco ó seis bancos, de 50 á 40 centímetros de espesor cada uno, entre los otros de margas y conglomerados, limitándolos el numulítico en el barranco de las Pereras. Llegan hasta Chiriveta en la línea del Noguera, donde las molasas y los conglomerados se refunden á veces en bancos de pudingas compuestas de guijo menudo; y al rodear por el O. el Montsech, aumenta gradualmente su inclinación, se intercalan entre algunas de sus crestas senouenses y se extienden desde las Casas de la Cerulla y los Mases de Caserras hasta el río Cajigar.

Este último marca la alineación de un ramal eoceno que, procedente de Benabarre por N. y S. de esta villa, rodea los isleos cretáceos y numulíticos ya descritos, y se empalma á L. de Torres del Obispo con la faja que desde Graus y Barasona se dirige hacia San Quilez.

Desde Benabarre hasta cerca de Peralta de la Sal, se interrumpe en varios sitios la continuidad de los depósitos más antiguos; predominan los conglomerados y areniscas bastas, algunas tabulares, rojizas y parduzcas, que se muestran principalmente á mitad de camino de ambas poblaciones, en los mases Nou y de Nicolau y entre Gabasa y Castillo del Plá.

Las capas de Benabarre, torcidas al S. de Tolva, con la dirección anormal de N. á S., inclinando 25° al O., rodean al Montsech en Caladrones y se extienden á Fet y Finestras, edificados sobre bancos de conglomerados, dividiéndose en varias fajitas: una que llega hasta San Quilez y conserva algunos estratos á P. de Camporrells; otra que se prolonga hacia Nachá y termina muy estrecha en el fondo del vallejo de Baldellou, dirigida hacia el Noguera.

Otros islotes de la misma formación lacustre se hallan situados al N. de la faja principal, entre el Cinca y el Noguera Ribagorzana. El que yace entre Palo y Trillo se compone también de conglomerados alternantes con margas arenosas, algunas de las cuales pasan á calizas, y otras, por el contrario, á arcillas calcáreas. Entre ellas se han encontrado lechos de lignito de tan pequeña importancia como los ya mencionados, y toda la formación se apoya discordante sobre el trias. Otros varios manchones, casi totalmente compuestos de conglomerados, coronan los montes que rodean el Ésera en la sierra Caballera y entre Murillo y San Quilez; encuéntrase otro en la sierra de Güel, y otros dos se hallan á la izquierda del Isábena, en Bonausa y Serraduy, constituidos también casi del todo por los conglomerados.

El manchón de Serraduy ocupa casi toda la sierra de su nombre, que se prolonga irregularmente hacia Arén, por San Esteban del Mall; forma al S. de Iscles una ligera inflexión, y llega hasta cerca de Soperun, rodeando en su comienzo la ribera de Cornudella en capas ligeramente onduladas, discordantes con las calizas cretáceas y numulíticas y cortadas repentinamente en las altas escarpas del Coll del Vent. Entre los gruesos bancos de conglomerados de este manchón se intercalan delgados lechos de margas de color uniforme, ya

rojizo, ya amarillento, pocas veces abigarradas, y algunas molasas de grano basto, rojo-parduzcas.

El manchón de las Tosas de Bonansa se desarrolla en contornos muy irregulares por encima de los terrenos anteriores, teniendo por la parte E. los siguientes límites: apóyase sobre el jurásico de Miravet, llegando á menos de un quilómetro del Noguera, frente á Pont de Suert, cerca de Castarlet; domina la ribera del Nogales, abierta en su extremo en el trias; hace entrante en la ribera de Serés, ocupada en su fondo por el trias también; sube por Buiza y la Torre al Tosal Gros, que domina la hondonada de Santoréns y Betesa; se aproxima al Noguera en la subida de Pont Nou á Santoréns, y dando la vuelta por las caídas de dicho Tosal Gros, al NO. de la Casa de Pallás, ocupa las cañadas que enlazan las Tosas de Bonansa y la sierra de Serraduy, con cuyo manchón se enlaza al S. de Ubis. La mayor parte de los cantos que componen el conglomerado que casi exclusivamente lo constituye, son de caliza cretácea, y se encuentran también fragmentos de arenisca roja y del conglomerado del trias; pero faltan completamente los de granito, lo que nos hace sospechar que éste es posterior al eoceno lacustre, circunstancia que anotamos en este sitio por la razón de que el isleto de las Tosas de Bonansa es el más inmediato al terreno granítico de los Pirineos aragoneses.

### Lérida.

Las mismas capas que cruzan al pie de los Pirineos y por varias de sus cimas en el Alto Aragón, se prolongan al E. SE. por las provincias de Lérida y Gerona, para las cuales, de acuerdo con el señor Vidal, establecemos las dos grandes divisiones en eoceno inferior y superior, subdividiendo la primera en los tres tramos citados.

En sus rápidas excursiones por el país, el Sr. Carez creyó preferible establecer los siete niveles siguientes, con los ejemplos de localidades y los espesores que á continuación se expresan (1):

(1) *Étude sur les terr. cret. et tert. du Nord de l'Espagne*, pág. 242.

1.—Caliza de alveolinas.—Sau Salvador, Ager, Palau = 500 metros.

2.—Margas sin fósiles ó con *Nummulites Leymeriei*.—Figols = 35 metros.

3.—Margas con turrítelas.—Figols = 60 metros.

4.—Margas con operculinas.—Figols = 25 metros.

5.—Caliza y margas con *Ostrea uncinifera* y *Num. Leymeriei*.—Figols = 70 metros.

6.—Caliza margosa con *Nummulites exponens*.—Cornellana.

7.—Pudingas superiores.—Pobla, Esplugafreda, Benavente, Pons, Oliana, Solsona, Calaf, Cardona = 600 metros.

Extraña al Sr. Carez la falta de las capas con *Nummulites perforata*, tan desarrolladas tanto al O. en Huesca y Navarra, como al E. en Gerona y Barcelona; mas puede suceder que con exploraciones detenidas se llegue á descubrir la faja correspondiente en esta provincia, ya que tal especie abunda en las intermedias de Huesca y Gerona.

### Grupo inferior.

Con caracteres idénticos á los expuestos al tratar del numulítico de la parte del Alto Aragón comprendida entre el Cinca y el Noguera Ribagorzana, se presenta este grupo á L. de este último, intercalándose también entre él varias fajas paralelas de la serie secundaria, las más interesantes de las cuales son las del Montsech.

Sobre las margas garumnenses del monte de San Salvador asoma en la falda N. del Montsech la caliza de alveolinas, que se descubre al otro lado de la cuenca de Tremp, entre Guardia y Sellés, extendiéndose entre Palau y el Hostal den Doll, donde se hallan *Nummulites biarritzensis*, Arch.; *Operculina granulosa*, Leym.; *Eupatagus ornatus*, *Terebratula montolearensis*, Leym.; *Nerita Schmidelii*, Chemn., y otras especies de los géneros *Conoclypus*, *Terebratella*, *Nautilus*, etc.



En contacto por falla con el liás y el cretáceo reaparece el eoceno por la falda N. del Montsech hasta Vilanova de Meyá, y pasado este pueblo, se oculta bajo los conglomerados supranumulíticos. A lo largo del Noguera, hacia Oronés y cerca de la falla, sobresalen las dolomías liásicas con fragmentos del senonense, sobre el cual, sin intermedio del garumnense, yacen capas constituidas casi enteramente por la *Alveolina ovoidea*, Lam., las cuales se extienden más al E., por la falda N. de la montaña de San Mamet, hasta el pueblo de Gársola, y por el O. forman la falda septentrional, amarillenta y rojiza, de la sierra de Ager, cuyo pueblo está fundado sobre los maciños del tramo superior.

Entre Ager y Ametlla de Balaguer las margas azuladas del tramo medio contienen *Lunulites punctatus*, Leym., y *Turritella imbricataria*, Lam.

Cerca del camino de Santa María de Meyá á Peralba, en la torre árabe llamada *Vullferinas*, hay un banco con *Ostrea multicosata*, Desh., asociado á arenas y margas con *Panopæa elongata*, Leym.; *Natica albiaciensis*, Leym.; *Turritella uniaangularis*, Lam.; *T. Duvallii*, var. *B.*, Rou.; *Cerithium palense*, Rou.; *C.* cf. *Lejeunii*, Rou., y *Voluta Deshayesi*, Rou.

Los mismos bancos se siguen hasta tres kilómetros más al O. en Coll de Orenga, donde se sobreponen á ellos unas calizas muy arcillosas llenas de miliolites y pequeñas bivalvas, con *Alveolina oblonga*, Orb., y orbitoides de gran tamaño.

Sobre las triásicas y cretáceas de Avellanes yacen en las cercanías de Font de Penés las calizas con *Alveolina melo* y terebratulinas, á las que sucede la margosa con ostras pequeñas, que continúa hasta el lugar de Ager. Entre éste y el Noguera Pallaresa, á causa de una falla, asoman las calizas cretáceas inclinadas al N. hasta cerca de Santa Lucía, en que reaparecen las calizas con dicha alveolina, *Porocidaris serrata*, Arch.; *Euspatagus*, *Lucina Corbarica*, Leym., y *Velates Schmidellii*, Chemn. Repentinamente se levantan cerca de Palau, hasta terminar en contacto de las pudingas y margas abigarradas garumnenses de la conca de Tremp.

Marchando desde Tremp al Pont de Montanana, sobre las arcillas y pudingas del fondo de la conca, yacen en la sierra de Figols, en capas ligeramente inclinadas al S., los siguientes niveles eocenos, según observaciones rápidamente hechas por el Sr. Carez:

1.—Margas azules con *Num. Leymeriei* y sin fósiles = 55 metros.

2.—Margas con *Operculina granulosa*, Leym.; *Nummulites Leymeriei*, Arch.; *N. globulus*, Leym.; *Trochocyathus sinuosus*, Brong.; *T. Taramelli*, Arch.; *Cidaris pseudo-serrata*, Cott.; *Porocidaris serrata*, Cott.; *Terebratulina Venei*, Leym.; *T. tenuistriata*, Leym.; *Ostrea multicosata*, Desh.; *Teredo Tournali*, Leym.; *Turritella Dufrenoyi*, Leym.; *T. Trempina*, Car.; *T. Figolina*, Car. = 60 metros.

3.—Margas azules con *Operculina ammonæa*, Leym. = 25 metros.

4.—Margas con *Num. Leymeriei*, *Euspatagus elongatus* y *Velates Schmidellii* = 20 metros.

5.—Caliza margosa azul con *Nummulites Leymeriei*, *Operculina ammonæa*, *Alveolina melo*, *A. subpyrenaica*, *Orbitolites*, *Ostrea uncinifera* y *Ditrupea* = 12 metros.

6.—Margas azules con pocos fósiles = 15 metros.

7.—Caliza margosa azul con las mismas especies que el núm. 5 = 5 metros.

8.—Margas azules sin fósiles = 20 metros.

9.—Pudinga y areniscas del tramo superior = 250 metros.

En el valle de Oliana el eoceno consta de los siguientes niveles, inclinados sus bancos ligeramente al N.:

1.—Bancos con *Orbitolites*, *Pecten* y otros fósiles, alternando con margas azuladas de 50 á 60 centímetros de grueso.

2.—Arenas margosas con *Nummulites biarritzensis*, *Trochocyathus*, *Natica*, etc.

3.—Arenisca de grano grueso de cemento calizo.

4.—Margas arenosas con *Buccinum*, *Patella*, etc.

5.—Conglomerado supranumulítico, la sobreposición del cual se observa claramente desde una altura próxima á la masía de Juncás.

La repentina terminación de este conglomerado se debe á que el valle es el centro de un levantamiento demostrado por la inclinación

opuesta de las capas en sus dos vertientes. Los derrubios por los cuales se ensanchó y profundizó, pusieron á descubierto unas hiladas gruesas de margas azules eocenas y sin fósiles.

Más al E., por la falda meridional de la montaña del Port del Compte, siguiendo el camino de Cambrils á San Llorens, quedan á la izquierda las ásperas cumbres cretáceas que constituyen la masa principal de aquella, y se extienden por la derecha muchas colinas redondas, formadas por los conglomerados supranumulíticos, hasta que en los confines de Lérida y Barcelona asoman las calizas senonenses del monte de Encija, siguiendo el contacto de éstas y aquéllos por la masía de La Collada, sobre el torrente de Gosol.

El río Cardoner atraviesa entre Coma y San Llorens dels Piteus una potente serie de margas y calizas muy fosilíferas, en bancos muy dislocados, con fuerte buzamiento meridional.

Sobre las paleozóicas y de los sistemas secundarios de la sierra de Cadi, se extienden por las vertientes meridionales las capas numulíticas inclinadas 45° al S. 20° O. Las calizas muy compactas, de colores claros, formadas exclusivamente de alveolinas y otros foraminíferos, se levantan junto á Cornellana; entre este pueblo y Josa se despliegan las margas azules del tramo medio con *Nummulites lævigata*, Lam.; *N. exponens*, Sow.; *Ostrea Archiaci*, Orb.; *Pecten*, equinos y otros restos, y las calizas arcillosas intermedias, con *Num. spira*, Roisy, y operculinas, se muestran claramente más al E., en los confines de la provincia de Barcelona.

#### Grupo superior.

Tanto los conglomerados calizos de cantos gruesos, en gran parte angulosos, que en el Alto Aragón bordean el límite meridional de la faja numulítica cántabro-pirenaica, cuanto la extensa formación de agua dulce que cruza por el centro de la provincia, se prolongan por Cataluña desde el pie del Montsech hasta las últimas estribaciones del SO. de la sierra de Cadi. Aunque también continúan alternantes

con ellos las areniscas y margas rojizas, el Sr. Vidal nombra *Conglomerados supranumulíticos* esta formación, por ser predominante su desarrollo en profundidad y ser la roca que se acentúa con más relieve en los montes por donde se hallan.

Al O. de la Conca de Tremp, en las vertientes al Noguera Ribagorzana, este grupo corona la cumbre de la sierra de Figols, á corta distancia al S. de la cual queda cortado por el eoceno inferior y por el cretáceo. En cambio, por el lado del N., discordante con este último, se desarrolla con un espesor que no baja de 500 metros, avanzando á P. hasta Esplugafreda, donde las pudingas contienen un número extraordinario de cantos de ofita.

Las mismas rocas se prolongan hasta Eriñá, la sierra de Orcau y las márgenes del río Flamisell, donde están en contacto con las margas senonenses. Más al N. descienden rápidamente en las gargantas de Gerri, continúan ocho kilómetros, hasta una falla que las separa de un islote de 500 metros de caliza cretácea, al cabo de los cuales reaparecen por otra falla, y pasado otro kilómetro terminan por otra tercera, también en contacto con el cretáceo.

Por el E. sobresalen en la sierra de Pesonada, pasan al N. de Agramunt, y de allí á la collada de la Crelleta (1600 metros). Siguiendo las márgenes del Pallaresa se extienden desde el estrecho de Collagats hasta la Poble de Segur, y sus bancos, ligeramente inclinados al N., se apoyan discordantes sobre las calizas cretáceas que buzan al SO. Lo mismo que en la sierra de Benavente, los inferiores son de cantos angulosos y de mayor tamaño que los superiores; y por regla general, á medida que los conglomerados descienden de las altas montañas, el volumen de sus elementos disminuye y les van reemplazando otros bancos gradualmente más desarrollados de arcillas y areniscas rojizas, repetidas veces alternantes.

En las montañas que median entre Oger y Oliana, se hallan entre ellos algunos de granito que no se observan en las capas más bajas, las cuales, á juzgar por el poco desgaste de sus elementos, no los recibieron de grandes distancias.

En el valle del Segre los conglomerados supranumulíticos se des-

pliegan con un ancho que no baja de 45 kilómetros entre el coll de Nargó y los montes de Alós, modificándose algún tanto su composición en este trayecto. Por la rapidez de su expedición, Leymerie refirió al triás la porción comprendida entre el mesón de los Esplubius y el valle de Oliana (1); mas posteriormente el Sr. Vidal rectificó esta equivocación. Entre los gruesos bancos de esos conglomerados, que son esencialmente calizos, se intercalan algunas areniscas y margas rojizas y varias bolsadas de yeso blanco y gris. El desarrollo del grupo en este valle es muy considerable, pues apenas deja asomar las margas arcillosas hasta Oliana y las calizas con alveolinas que cruzan el camino de Alós á Baldomá.

Uno de los puntos donde más claramente se observa la sobreposición de este grupo al anterior, es en un pequeño barranco que afluye al valle de Oliana y donde las capas eocenas se suceden con este orden:

1.—Calizas arcillosas y margas azuladas con *Pecten*, orbitolitos y otros restos.

2.—Arenas margosas con *Natica*, *Trochocyathus* y *Num. biarrivensis*.

3.—Arenisca de grano grueso de cemento calizo.

4.—Margas arenosas con *Buccinum*, *Patella*, etc.

5.—Conglomerado calizo que forma todo el resto de la montaña, que se extiende por E. y O., lindando por el N. con las escarpas cretáceas y las rocas del liás. Su repentina terminación en el valle de Oliana, donde forma un vasto circo rodeado por los picos de Castell-Llebre y Sierra del Castillo, se debe á ser este valle el centro de un levantamiento, demostrado por la inclinación opuesta de las capas en sus dos vertientes. La denudación, que lo ensanchó y profundizó, puso al descubierto unas hiladas gruesas de las margas arcillosas azules sin fósiles del grupo numulítico.

Los conglomerados se desarrollan por la sierra de Benavente, que forma el límite oriental de la cuenca de Tremp; cruzan al otro lado

del Montsech por el E. del Hostal Roig; avanzan hasta cerca de Vilanova de Meyá; continúan por Alós, dejando asomar á trechos las rocas numulíticas, como sucede en Gársola, ó las cretáceas, como se ve entre Baldomá y Vilanova, y, por fin, pasan al otro lado del Segre con creciente desarrollo.

En las inmediaciones de Cubells, las calizas margosas, areniscas y margas del grupo, alineadas al E. 10° S., contienen *Cyclas* al E. del pueblo, limneas y una melania, muy parecida á las *M. Cuvieri* y *albigensis* en la Torre de Fluviá. Debajo de sus capas asoman otras de yeso, separadas del turonense por un islote de ofita. Estas últimas continúan al O. por Camarasa, donde, á la derecha del Segre, se apoyan sobre la falda S. de la Sierra de Montroig con buzamiento inverso del que llevan en la izquierda del río, produciendo, á primera vista, por su aparente concordancia con las hiladas del liás, la ilusión de un afloramiento triásico asomando en su posición normal. Pero se comprende que son del eoceno superior porque son superiores á las margas numulíticas é inferiores á los conglomerados supranumulíticos; pues las montañas cretáceas del N. de Cubells, cuyos estratos están dislocados por la ofita, del mismo modo que los del depósito lacustre, reciben las capas horizontales de los últimos.

Una falla que pasa entre Benavente y Covet limita el garumnense para dar lugar á las pudingas, y se prolonga hacia el S. junto al camino de Artesa. Su borde oriental está formado de pudingas, y el occidental de arcillas rojizas y calizas cretáceas.

Constantemente inclinadas al E., las pudingas se prolongan desde Benavente á las orillas del Segre, entre Castell-Llebre y Oliana, limitadas al N. por una falla que las separa del liás y del cretáceo. Marchando directamente de Benavente á Oliana, asoman entre ellas un islote cretáceo antes de llegar á Peramola, y otro de margas numulíticas entre este pueblo y Oliana.

Caminando de Oliana hacia Solsona, después de una fajita de margas y otra de yeso, se sigue sin interrupción por las pudingas de guijo menudo ligeramente rojizas con lechos intercalados de margas y areniscas, sumando un espesor de 500 metros.

(1) Bull. Soc. géol. de France, 2.ª serie, tomo XXVI, pág. 659.

Solsona se levanta en el centro de este manchón de pudingas que tiene unos 50 kilómetros de radio, extendiéndose por colinas de pequeña altura en las cuales se notan varias ondulaciones. Uno de sus anticlinales se halla en Vilanova de Aguda, el fondo de cuyo valle está ocupado por margas azules yesíferas, ocultas, en parte, bajo mantos cuaternarios. Con inclinaciones opuestas de 60° á cada lado de ese valle, y sobre capas de yeso, se sucede la alternancia varias veces repetida de margas rojas y areniscas.

Al eoceno lacustre deben corresponder, según Carez, las margas y pudingas, apenas inclinadas al N., que en más de 20 kilómetros se extienden entre Solsona y Calaf, sobresaliendo una masa de yeso, cerca de San Palasas, en el eje de un anticlinal, á cada lado del cual yacen las margas y calizas con *Potamides*, *Limnæa*, *Chara* y otros restos de agua dulce, otras margas y areniscas con lechos de lignito, y, por fin, las masas de pudinga.

En el extremo NE. de la provincia, por la falda meridional de la montaña del Port del Compte, el camino de Cambrils á San Llorens presenta por su izquierda las altas y ásperas rocas cretáceas que componen la masa principal de aquel macizo, mientras que por su derecha se extienden multitud de colinas redondas constituidas por los conglomerados supranumulíticos, hasta la línea divisoria de las dos provincias de Barcelona y Lérida, en la cual las calizas senonenses del monte de Encija salen por encima de los conglomerados que se apoyan en su falda, como puede verse en la masía La Collada sobre el torrente de Gosol.

### Gerona.

Con iguales caracteres que en las otras tres provincias pirenaicas, se muestra el eoceno en la de Gerona, para la cual el Sr. Vidal señala estos cuatro niveles:

1.—Caliza de alveolinas y miliolitos con algunas intercalaciones de otra con numulitos pequeños.

2.—Caliza con *Nummulites perforata* y *Num. Lucasana*,

5.—Margas de gasterópodos, lamelibránqueos y equinos, en bancos de mucho espesor. En diversos sitios se intercalan en ellos bol-sadas y lechos irregulares de yeso.

4.—Conglomerados equivalentes de la pudinga de Palassou.

Ampliando esta clasificación y resumiendo sus observaciones en diferentes puntos, el Sr. Carez <sup>(1)</sup> divide el eoceno de esta provincia en los ocho niveles siguientes, indicando las localidades y los espesores respectivos:

1.—Areniscas y conglomerados rojos.—Albanya, Gerona, Mediña, Amer = 40 metros,

2.—Caliza con alveolinas.—Albanya = 550 metros.

5.—Caliza con *Num. spira*.—Llers, Tortellá = 50 metros.

4.—Caliza con *Num. perforata* y *Num. Lucasana*.—Gerona, Sarrriá, Santa Pau, Amer = 25 metros.

5.—Arenisca con *Velates Schmidellii*.—San Esteban den Bas, San Feliú = 70 metros.

6.—Margas y calizas.—Les Grau = 150 metros.

7.—Margas azules y areniscas con vegetales.—Ripoll, San Cristóbal, Ridaura, Tortellá, Grau Gros = 100 metros.

8.—Pudingas superiores.—Ripoll, Olot = 50 metros.

Los siete primeros tramos corresponden á las tres edades numulíticas de este modo: las tres primeras á la inferior, las tres siguientes á la media, y la 7.<sup>a</sup> á la superior. La 8.<sup>a</sup>, ó sea la 4.<sup>a</sup>, del señor Vidal, comprende nuestro eoceno superior de formación lacustre.

### Grupo inferior ó numulítico.

Comienza este grupo por el primer tramo del Sr. Carez, repetidas veces traído y llevado del garumnense lacustre al eoceno, y vice-versa.

Entre las calizas de alveolinas y el senonense superior de la sierra de Santa Magdalena, al N. de Terradas y al O. de San Lorenzo de la

(1) *Loc. cit.*, pág. 193.

Muga, se intercalan areniscas rojizas y margas rojas y amarillentas, que buzan al S. en el camino de Albañá á la ermita del Mont, por la vertiente derecha del Muga, extendiéndose con mayor superficie en las cercanías de Gerona. Por este lado, junto á la carretera de Francia, en la Costa Roja, distingúense por su color rojizo desde largas distancias y yacen sobre las pizarras silurianas, lo mismo que por encima de la fuente del Ferro, en San Daniel, á dos kilómetros de la capital. En este punto el tramo ofrece la particularidad de contener con abundancia un gasterópodo de gran tamaño, el *Bulimus Gerundensis*, Vidal, que también se halla en la provincia de Barcelona;

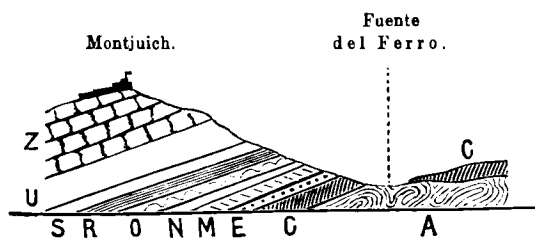


Fig. 12. —Corte por Montjuich y la Fuente del Ferro, según el Sr. Vidal.

y por esta parte es donde el tramo ofrece mayor variedad de composición, según puede verse en la subida al castillo de Montjuich. Sobre las pizarras silurianas, A (fig. 12), de la fuente ferruginosa del Manso Pi, yacen con 20 metros de espesor las margas rojizas C, que en las hiladas más bajas contienen dicho *Bulimus*; y siguen en orden ascendente:

E.—Conglomerado poligénico = 5 metros.

M.—Arenisca rojiza = 1 metro.

N.—Arenisca blanca deleznable = 3 metros.

O.—Marga sabulosa roja con lechos intercalados de arenisca = 3 metros.

R.—Margas rojas = 1 metro.

S.—Caliza margosa amarillenta = 5 metros.

Sobre esta serie se apoyan la caliza con miliolitos, U, que tiene 5

metros, y la de numulitos, Z, que corona la montaña con gran espesor.

En el extremo NO. de la provincia, sobre la derecha del Freser, á lo largo del torrente Malatosca, las margas grises sabulosas alternan con calizas arcillosas cuajadas de numulitos diminutos, prolongándose hacia San Juan de las Abadesas, y cerca de esta población aparecen desgajadas por una falla de las rocas liásicas y triásicas que se encuentran invertidas, según se dibuja en la figura 13.

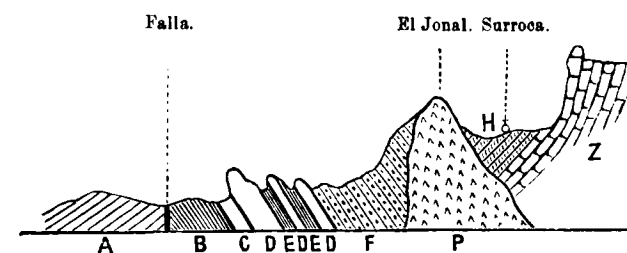


Fig. 13. —Corte por el torrente Malacosta, según el Sr. Vidal.

A.—Margas eocenas con buzamiento meridional.

B.—Margas pizarreñas liásicas con buzamiento septentrional.

C.—Caliza compacta con restos de ostras.

D.—Caliza compacta sin fósiles, alternantes con margas y brechas calizas E.

F.—Pudingas, areniscas y margas rojas triásicas.

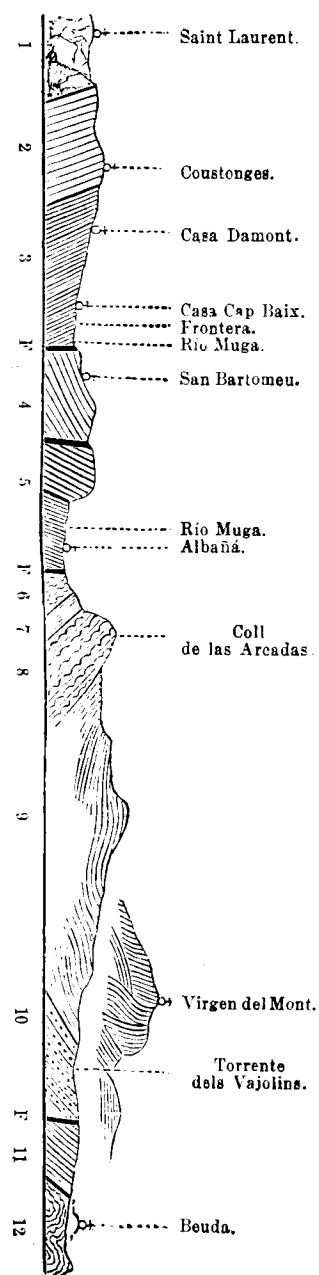
P.—Pórfido feldespático.

H.—Areniscas y pizarras bulleras con buzamiento al S.

Z.—Caliza amigdalóidea.

Las margas eocenas presentan gran espesor; en general son pizarreñas y arcillosas, á veces en masa ó arriñonadas, casi siempre azuladas y algunas violadas, intercalándose en la parte baja del valle bancos de caliza arcillosa parda ó azulada, otros en que abundan los riñones de pedernal aplastados y otros de calizas sabulosas. Escasean los restos fósiles, pues sólo se ven fragmentos de ostras, peines y turrítelas y numulitos pequeños (*N. globulus*, Leym., etc.) Los es-

Fig. 14.—Corte desde Saint Laurent des Cerdans (Francia) á Beuda, según el Sr. Vidal.



tratos cambian continuamente de inclinación, y la inversión estra-tigráfica señalada en el corte concluye algo más al E. del camino de Surroca y Ogassa.

Entre lavas volcánicas, sin haber sido cubiertas por éstas, asoman las capas con *Num. perforata* cerca de Santa Pau, las cuales desde Castellfullit y Oix se sobreponen directamente al senonense; pero más al E., en Talaixá, se apoyan sobre el granito. Pasado el río de Riu se extienden por encima de las pizarras silurianas del pico de Basagoda hasta la cuenca del Muga; y por fin, en las cercanías de Albañá descansan sobre las areniscas y margas rojas, según indica el corte trazado desde San Llorent des Cerdans (Francia) á Beuda, cerca de Besalú (fig. 14).

1. Granito.—2. Pudingas y margas triásicas.—3. Margas y areniscas turonenses.—4. Margas eocenas, con numulitos pequeños, inclinadas 50° al NE. y desgajadas del cretáceo entre dos fallas.—5. Margas y calizas probablemente turonenses.—6. Margas azules senonenses.—7. Margas rojas garumnenses cubiertas por areniscas y pudingas de la misma edad.—8. Caliza eocena con *Alveolina*

*melo*, Orb.—9. Margas azules con ostras y peines mal conservados.—10. Caliza con *Nummulites perforata*, *N. Lucasana* y *N. spira*.—11. Margas sin fósiles.—12. Yeso alabastrino.

En toda la línea de ese corte se hace bastante difícil el seguir la continuidad de las capas, pues ofrecen fuertes dislocaciones, según se observa en la montaña de la Virgen del Mont, que se levanta á la izquierda con muchos pliegues en todos sentidos en sus hiladas numulíticas. El contacto de éstas con el cretáceo sigue por las faldas de la derecha del Muga, pasa por la vertiente N. de la sierra de Santa Magdalena y deja dentro del eoceno á San Lorenzo de la Muga.

La figura 15 representa el corte trazado de N. á S. pasando por esta última población, calculándose en 2000 metros el espesor del numulítico hasta llegar á las pudingas.

1. Margas pizarreñas senonenses.—2. Conglomerados, margas y calizas margosas garumnenses.—3. Calizas numulíticas con miliolitos y alveolinas.—4. Margas sabulosas con plaquitas espáticas.—5. Margas con *Nummulites mammillata*, Arch.; *Ostrea multicosata*, Lamk.; *Velates Schmidellii*, Chem.; *Spondylus asperulus*, Munst.; *S. bifrons*, Munst., y *Lucina corbarica*, Leym.—6.

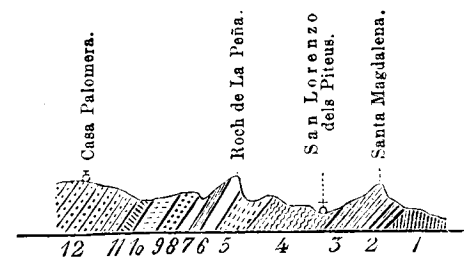


Fig. 15.—Corte por San Lorenzo de la Muga, según el Sr. Vidal.

Margas con *Nummulites levigata*, Lam., y *N. biarritzensis*.—7. Margas verdosas sabulosas.—8. Margas azuladas y maciños con *Nummulites exponens*, Sow.—9. Conglomerado de cemento margoso, tránsito á maciño, con *Nummulites Lucasana*.—10. Areniscas y maciños de grano grueso.—11. Maciños de grano fino con *Cerithium giganteum*.—12. Conglomerado de cantos calizos de diversas formaciones, alternando en su base con areniscas, y en la parte alta con

margas terrosas, sabulosas, amarillentas y violáceas del eoceno lacustre.

En las cercanías de Figueras el eoceno intercala con el liásico; se oculta después bajo extensos mantos diluviales, y en Torruella de Montgri aparecen las margas y arenas margosas del sistema apoyadas sobre las calizas con requienias.

Entre Albañá y Tortellá aparecen, en virtud de una falla, las calizas compactas con *Num. spira* y *Conoclypeus*, que continúan hasta la base de la montaña, donde, á causa de otra fractura, asoman las margas azules con yeso, análogas á las de Riudaura, prolongadas unos seis kilómetros, hasta ocultarse debajo del cuaternario.

En Colomé las margas sabulosas que, junto con las pudingas, forman la loma que se enlaza por el N. con la de Jafra, contienen *Operculina granulosa*, Leym.; *Nummulites biarritzensis*, Arch., y *N. globulus*, Leym.

Al otro lado del Ter, cerca de su desembocadura, las calizas de Punta Espinuda contienen infinidad de numulitos (*N. complanata*, Lam.; *N. perforata*, Orb.; *N. Lucasana*), y se apoyan sobre las pizarras silurianas, lo mismo que un banco de margas azuladas con alveolinas y numulitos que se extiende por bajo de las casas de Palafrugell.

A la izquierda del Ter, entre Mediña y Sarriá, se suceden los estratos con el siguiente orden: sobre las pizarras silurianas, que asoman inclinadas al N. junto á Mediña, yacen discordantes, con 15° de buzamiento al SO., las areniscas, margas y conglomerados rojos de la base, con un espesor de 20 metros, ocultándose bajo las calizas azuladas con *Nummulites perforata*. Las cubre el cuaternario á corta distancia de Sarriá, y más al NO. de este pueblo se extienden las calizas azules sin fósiles, que afloran repetidas veces hasta Besalú y Castellfollit.

En Gerona el eoceno, separado del paleozóico por el garumnense, se compone de calizas y de margas, las primeras con unos 50 metros de espesor. A las de la base con miliolitos y alveolinas, siguen otras blanquecinas con *Nummulites perforata* y *N. Lucasana*, y des-

pués otras pardas y amarillentas hidráulicas con *Pecten subtripartitus*, Arch.; *Cardita*, algas, etc., sumando todas unos 50 metros de espesor. Las margas que suceden á estas calizas son muy fosilíferas en San Julián de Ramis, por la carretera de Bañolas, entre Sarriá y San Gregorio, en Granollers de Rocacorva, Adri, cercanías de Amer, etc.; y entre las especies fósiles más notables, merecen especial mención los *Porocidaris Schmidellii*, Munst.; *Cidaris Scampici*, Taram.; *Cidaris Taramellii*, Cott., y *Rhabdocidaris Vidali*, Cott., los dos últimos conocidos sólo por sus radiolas.

Al N. de San Climent de Amer se desarrolla el eoceno según se indica en la figura 16.

1. Pizarras silurianas.—2. Areniscas, conglomerados y calizas garumnenses.—3. Calizas con miliolitos, alveolinas y numulitos muy pequeños. Forman en el terreno altas escarpas, bordean el Ter, se prolongan más al O. y sobresalen en el pico de la ermita del Far.—4. Banco de un metro de espesor, enajado de *Nummulites perforata*, Orb., y *N. Lucasana*, Defr.—5. Margas con *Cytherea Coustougensis*, Leym.; *Solarium simplex*, Leym.; *Turritella carinifera*, Desh., y varias especies de *Pinna*, *Lucina*, *Mactra*, *Pholadomya*, *Cypraea*, etc.—6. Marga con *Hemiaster Pellati*, Cott., abundantísimo en el Serrat de las Boletas, donde se hallan también los *Cidaris Scampici*, Taram.; *C. Taramellii*, Cott., y *Terebratula montolearensis*, Leym.—7. Marga sabulosa con *Eupatagus ornatus*, Ag.; *Periaster Heberti*, Cott.; *Carlopleuris æquis*, Val.; *Ocula*, etc.—8. Margas azules con *Nummulites Bronquiarti*, Arch.; *Ostrea Bronquiarti*, Bron.; *O. multicosata*, Desh., y *Vulsella falcata*, Munst.—9. Margas arenosas, donde aparece el *Eupatagus ornatus*, Ag., con Tro-

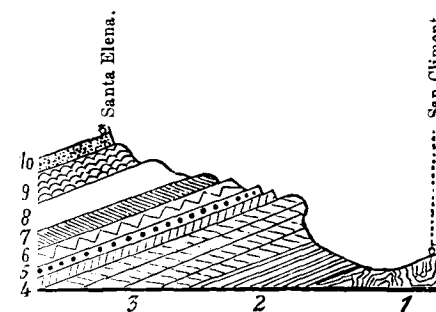


Fig. 16.—Corte de Santa Elena á San Climent de Amer, según el Sr. Vidal.

*chocyathus sinuosus*, Brong., y *Turritella Trempina*, Carez.—10. Arenisca parda que corona la cima de la montaña sobre la cual está la ermita de Santa Elena.

En los confines de esta provincia con la de Barcelona, al O. de Vilanova de Sau, se reproduce el contacto del eoceno y el garumnense, con la circunstancia de que el cretáceo lacustre se apoya directamente sobre el granito.

Las capas eocenas están á trechos cubiertas por corrientes y derrubios de lavas basálticas de los Graus Chic y Gros, al pie de cuyos cerros, por el lado de San Feliú y de San Esteban den Bas, se extienden las margas sabulosas con *Velates Schmidellii* y *Schizaster Studeri*. A estas margas se sobreponen las más arcillosas con *Serpula spirulæa* de Santa Maria de Corcos.

#### Grupo superior.

Análogamente á lo que sucede en las de Huesca y Lérida, por la parte media de esta provincia se sobreponen, á trechos, á las capas numulíticas las del grupo superior, con la variedad de rocas anteriormente expresada.

Entre Ripoll y San Quirce, en los confines de la provincia de Barcelona, sobre las calizas azules con numulitos y orbitolitos cubiertas á poca distancia por las margas, se extienden las areniscas y pudingas rojizas de este grupo, constantemente inclinadas al N. hasta un quilómetro de Ripoll.

Las mismas pudingas forman la caja del cráter de Montolivet al O. de Olot, continúan hacia Riudaura y á las inmediaciones de San Andrés del Coll; pero entre estos dos últimos pueblos y Ripoll asoman las margas azules con algunos bancos de arenisca blanda y lentejones de yeso blanco compacto del grupo inferior.

Marchando de Ripoll á San Juan de las Abadesas, yacen las pudingas, areniscas y algunas margas rojizas fuertemente inclinadas al S., asomando inferiores las margas azules y los maciños con multitud

de restos vegetales, hasta terminar el eoceno discordante con las formaciones antiguas cerca de las minas de San Juan y en las inmediaciones de Ripoll, según ya se dijo.

Las mismas pudingas, areniscas y margas rojas inclinadas al S. se sobreponen á las margas azules desde Ripoll á San Cristóbal, desde Olot á Castellfollit y entre las lavas de Castellfollit y Besalú.

#### Barcelona.

Muchos han sido los geólogos que han estudiado el eoceno de esta provincia, y las primeras noticias del sistema se deben, entre otros, á Verneuil, Bauzá, Mestre y Vezian. Después han ampliado su conocimiento los Sres. Carez, Thos, Maureta, Vidal, Almera, Botill y otros.

Igualmente que en las otras provincias pirenaicas, respetando la clasificación de Verneuil, dividimos el eoceno en los dos grupos inferior y superior, examinando después los distintos niveles del primero.

En 1856, Vezian estableció las cinco edades ó tramos siguientes:

1.º *Montserratense*. Muy desarrollado en Montserrat, compuesto de conglomerados, areniscas y arcillas, con numulitos pequeños y sin otros restos orgánicos.

2.º *Castelliense*. Compuesto generalmente de calizas fosilíferas (numulitos, coralaris, náicas, ceritos y otros gasterópodos).

3.º *Igualadense*. En su mayor parte margoso, con algunas intercalaciones de caliza, con mayor cantidad de corales y equinos que el anterior.

4.º *Manresano*. Representado por una caliza compacta, igualmente muy fosilífero, con mayor abundancia de equinos que los anteriores.

5.º Caracterizado por los maciños de fucoides y sin restos organizados del reino animal.



Según un corte trazado por Vezian, entre Esparraguera y Manresa se suceden con perfecta regularidad estos cinco tramos; pero su clasificación es enteramente inadmisibile, pues no se fijó en la verdadera posición de los conglomerados de Montserrat, que no son el comienzo sino de la parte media y del final del sistema, y hasta de la base del oligoceno, los de las cumbres, según las últimas investigaciones del sabio Dr. Almera y otros geólogos.

El mismo Vézian, en su *Prodromo de Geología*, convino después en que puede considerarse dividido el sistema en las edades *Suessoniense* y *Parisiense*, subdividiendo la primera en cuatro tramos, á los que da el nombre de *infranutulítico*, *suessoniense inferior*, *medio* y *superior*, y en los cuales incluye respectivamente los de Montserrat, de Castell-Oli, de Igualada y de Manresa, así como sus equivalentes en los Corbières; mientras que refiere al *Parisiense* el grupo de fucoides, que en Cataluña, dice, está constituido por areniscas y conglomerados rojizos sin fósiles, regularmente estratificados, formando una masa de gran potencia.

El Sr. Carez cuenta en Barcelona los nueve horizontes siguientes del eoceno, anotando los correspondientes espesores y las localidades donde especialmente los estudió <sup>(1)</sup>:

1.—Areniscas y conglomerados pardo-rojizos con *Bulimus gerundensis*, Vidal.—Monistrol de Caldés, Riells, Monmany, Mirambech = 150 metros.

2.—Caliza con *Orbitolites* de gran tamaño.—Caldés = 8 metros.

3.—Caliza con *Nummulites perforata* y *N. Lucasana*.—Carna, Caldés, Figueró, Santa Maria de Borreda = 40 metros.

4.—Caliza con *Velates Schmidellii*, *Salmacis van den Ekei* y corales.—Caldés, San Fructuoso de Bagés = 60 metros.

5.—Margas y calizas con *Num. striata* y *Schizaster Archiaci*.—Figaró, Centellas, San Miguel del Fay = 150 metros.

6.—Caliza con *Orbitoides maxima*.—Centellas = 50 metros.

(1) *Etude des terr. cret. et tert. du Nord de l'Espagne*, pág. 136.

7.—Margas azules con *Operculinas*, *Orbitolites* y *Serpula spirulæa* = 500 metros.

8.—Caliza con ceritos de gran tamaño.—Castell-Oli = 30 metros.

9.—Pudingas en grandes masas.—Montserrat, Mauresa, Berga = 1000 metros.

Los Sres. Maureta y Thos, descartando el grupo inferior de Vezian y de D'Archiac, equivalente al de las areniscas y conglomerados rojos con *Bulimus* de Carez, dividen el eoceno en los dos grupos establecidos por De Verneuil, subdividiendo el inferior ó numulítico en tres tramos análogos á los que D'Archiac considera en los Corbières. Y por fin, según observaciones más recientes de los Sres. Almera, Vidal y otros geólogos, comienza el sistema en Cataluña por esa faja roja con *Bulimus gerundensis*, que por algún tiempo se juzgó dependiente de las últimas capas garumnenses.

De igual modo que lo hemos efectuado para las provincias anteriormente descritas, consideraremos dividido el sistema en las dos grandes secciones, según su origen marino ó lacustre, dividiendo la primera, ó sea la numulítica, en los tres tramos repetidas veces descritos.

#### Eoceno inferior ó numulítico.

Se halla agrupado principalmente en dos fajas de desigual importancia: la más septentrional, que es la más estrecha, en las altas montañas que confinan con los Pirineos de Lérida y Gerona, y la más meridional en la parte central, pasando de la zona baja superior á la cadena interior, y de ésta á la zona baja intermedia. Por regla general, las capas de la segunda están muy levantadas en sus bordes y casi horizontales en el centro, mientras que en la primera se alcanzan desgarradas con fuertes inclinaciones.

*Tramo inferior*.—Entre el cretáceo superior y el eoceno inferior hay en Cataluña una formación rojiza compuesta de margas, arcillas y conglomerados que se incluyó en el garumnense, hasta que por estudios más escrupulosos efectuados por el Sr. Vidal en estos quince

años últimos, se ha tenido que rectificar este concepto. Con arreglo á sus rectificaciones y aclaraciones <sup>(1)</sup>, las margas rojizas que al N. de Berga se apoyan sobre las capas con *Lychnus* deben separarse en dos tramos, conservando en el garumnense ó danés lacustre el inferior, que comprende la caliza de Valcebrense, y refiriendo al superior las margas rojizas con *Paludina aspersa*, sobre la que descansan en Berga las calizas con *Alveolina melo*, base casi constante de la formación numulítica. «Esta división obligada de las margas rojas, agrega el Sr. Vidal, subyacentes al numulítico, en margas rojas cretáceas y margas rojas eocenas, conduce lógicamente á admitir que allí donde se vean margas rojas apoyadas sobre capas de sistemas antiguos (trias, siluriano, etc.), y sobre las cuales se apoyan á su vez las hiladas inferiores numulíticas, sin haber indicios de cretáceo más que á grandes distancias, nos hallaremos en presencia de margas terciarias de la misma edad que las rojas de Berga con *Paludina aspersa*. Las margas que yacen entre Aiguafreda y Figaró se encuentran en este caso, aun cuando encierran el *Bulimus gerundensis*, que resulta de la misma edad que la *Paludina aspersa*.

»Esta conclusión viene á confirmar la idea que expresó el Sr. Carez en su *Estudio sobre los terrenos cretáceos y terciarios del Norte de España*, cuando colocaba las capas con *Bulimus gerundensis* en la base del terciario; y esto que fué una verdadera intuición, difícil entonces de demostrar, y que yo combatí por lo que hasta entonces había visto, ha resultado cierto y comprobado, pues mi descubrimiento de 1891 demostró claramente el verdadero lugar de las hiladas.

»Por debajo de estas margas yacen las calizas y las pudingas cuarzosas del trias, á su vez sobrepuestas á las pizarras paleozóicas de Figaró y al granito de la Garriga.»

Por esta parte septentrional de la provincia no ofrece el sistema la regularidad que en el centro, pues á causa de los muchos pliegues,

(1) Nota sobre la presencia de la formación lacustre de Rilly en el Pirineo catalán. Mem. R. Acad. de Ciencias de Barcelona, 1891.

fallas y roturas que á cada paso se suceden, es muy difícil seguir el orden cronológico de los estratos.

Según las minuciosas y detenidas observaciones del Sr. Vidal, al O. de Berga, cerca de Espinalvet, entre la montaña de Corvera y la sierra del Portet, es donde se ve más claramente este horizonte más bajo del sistema, equivalente á la caliza de Rilly de la cuenca de París <sup>(1)</sup>, y es de especial interés este descubrimiento por ser una formación lacustre con que empezó la serie terciaria en muy contadas localidades de Europa.

Con la figura 47 explica el Sr. Vidal la posición estratigráfica de esta parte inferior del eoceno. Al pie meridional de la sierra del Portet separa una falla las pudingas supranumulíticas, alternantes con margas rojas y maciños, 12, de la siguiente serie más antigua que sucesivamente se sobrepone:

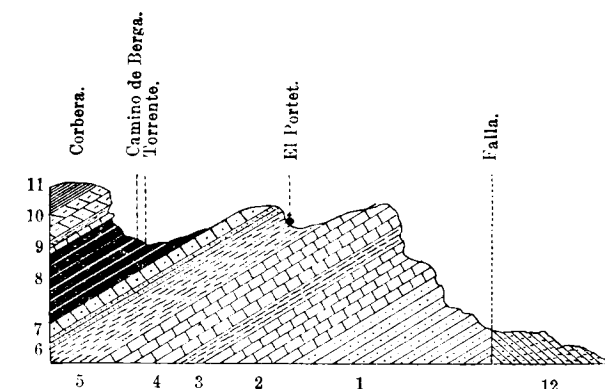


Fig. 47.—Corte por El Portet, según el Sr. Vidal.

1.—Calizas y conglomerados calizos de la base del cretáceo, que yacen también al pie de la misma montaña.

2.—Calizas terrosas senonenses, iguales á las de la solana de Mauri, en la sierra de Vilosiu.

3.—Margas azules con *Ostrea larva*.

(1) Nota geológica sobre la presencia de la formación lacustre de Rilly en el Pirineo catalán. Bol. de la R. Acad. de Ciencias y Artes de Barcelona, vol. I.

4.—Calizas con *Hippurites* y otros rudistas, del danés marino, que sobresalen en las crestas de dicha sierra.

5.—Margas rojizas y abigarradas = 80 metros.

6.—Arenisca margosa, pasando á pudinga de guijo menudo, en lechos delgados con margas rojas sabulosas, que afloran en el collado del Portet = 6 metros.

7.—Caliza lacustre que sobresale al N. de la casa del Portet, con un espesor de 20 metros.

8.—Margas rojas en bancos de 1 á 5 metros de grueso, alternantes con lechos de 40 á 80 centímetros de caliza, con *Paludina aspersa*. Suman un total de 100 metros de grueso.

9.—Caliza de color gris claro = 1 metro.

10.—Caliza con alveolinas, apoyada sobre una hilada delgada de margas.

11.—Margas del eoceno medio.

Las mismas capas eocenas sobrepuestas á las cretáceas se hallan en la sierra de Vallcebre con estas diferencias: entre las calizas del número 4 y las margas abigarradas, que allí suman doble espesor, se intercala el grupo de lignitos, ya explicado en el capítulo anterior; las areniscas y margas rojas del número 6 están representadas por areniscas pardas y blanquecinas que suman 10 metros; también tiene doble grueso la caliza lacustre 7, y en cambio se reduce á 50 metros el horizonte del número 8. La caliza del número 9 es una hilada de poco espesor que corona el cerro que domina el lugar de Vallcebre.

«A la verdad, advierte el Sr. Vidal, cuando se observa la continuidad que en la acción del fenómeno lacustre revelan los sedimentos acumulados en Cataluña entre las hiladas cretáceas con *Ostrea larva* y las eocenas con alveolinas, ambas marinas, nos inclinariamos á no separar del garumnense los bancos con *Paludina aspersa* del Espinalbet; mas si, por otra parte, se considera que en la cuenca de Paris el horizonte de este gasterópodo está perfectamente definido, viniendo en Meudon asociado á una fauna claramente terciaria, se comprende la dificultad de hacer bajar su nivel al garumnense. De

esto se deduce que si las margas de Espinalbet han de colocarse en la base del eoceno, como sus homólogas de Rilly, no cabe más solución que desdoblarse la serie garumnense de Vallcebre en dos grupos, conservando el inferior en el danés y llevando el superior á la base del terciario. Y cito especialmente esta localidad, porque en el resto de Cataluña no aparece el garumnense tan completo, encontrándose reducido á la mitad inferior, y aun las más de las veces mutilado en alguno de sus miembros.»

Queda probado que en la parte más baja del numulítico del Pirineo catalán hay un representante de las hiladas más bajas terciarias de la cuenca de Paris, y que mientras en Rilly, á causa de una duna situada á orillas del mar eoceno, existía el lago en que vivía la *Paludina aspersa*, con varios melanopsis y una fauna muy rica y variada, en los terrenos emergidos de esta provincia vivía la misma especie en compañía de un *Melanopsis* afine al de Rilly, pero privada del cortejo de moluscos que tanto abundaron en la cuenca parisiense. Pero así como en Rilly las calizas con paludinas yacen sobre arenas y éstas sobre la creta blanca con belemnitos, en Espinalbet las margas y calizas con paludinas yacen sobre la caliza lacustre llamada de Vallcebre, último nivel del garumnense.

«En Rilly, agrega el Sr. Vidal, era un lago nuevamente formado el que venía á ser habitación de aquel molusco; aquí era la continuación de un lago de otra época el que lo alojó en sus aguas. Por manera, que si en alguna parte ha de verse un ejemplo de una suave transición entre el cretáceo y el terciario, es en este paraje, donde en una misma cuenca lacustre sucedieron á los depósitos rojizos del garumnense los depósitos también rojizos del comienzo del eoceno, sin más intervalo que la caliza lacustre de Vallcebre.

»Sin duda, al terminar el cretáceo, cuyo final se marcó en el N. de España y el Mediodía de Francia por un movimiento de ascenso de la corteza terrestre, al cual debieron su formación los sedimentos lacustres garumneses, el descenso que inmediatamente sobrevino no sumergió por completo los lagos de esa edad en el mar eoceno; y de aquí resultó que sólo en la pequeña extensión á que esos lagos

quedaron reducidos en la parte septentrional de esta provincia, se marcó la aurora de la era terciaria, bajo la forma de los limitados sedimentos lacustres que se acaban de explicar. La depresión general del suelo, que determinó su completa invasión por el mar eoceno, colmó este pequeño lago, y la caliza con alveolinas vino á cubrirlo.»

En el extremo septentrional de la provincia, las calizas llenas de operculinas y numulitos (*N. Ramondi* y *N. spira*), del tramo inferior, inclinadas 45° al S. 20° O., se extienden por la vertiente meridional de la sierra de Cadí, con una pendiente suave, mientras que por la opuesta, que limita por el S. el valle de Cerdaña, se hallan cortadas casi á pico sobrepuestas al trias.

Entre Bagá y La Pobla de Lillet, tanto en la salida del Estret por el Riutort, cuanto á lo largo del Llobregat, las calizas eocenas, superiores á las rojas del danés, inclinan hasta 70° al S., observándose una gran falla en el contacto de ambas formaciones por la vertiente de la sierra Callarás.

A mitad de camino de Santa María de Borreda y Ripoll, asoma la zona del *Num. perforata* y *Num. Lucasana*, hallándose además el *Cyphosoma Blangyanum*, Desor.

Aproximándose al centro de la provincia, uno de los sitios más típicos para el estudio de este tramo es el Coll de las Gotas de Tavertet, grandioso promontorio que cierra el valle de Sau cual gigantesca muralla, con altísimas escarpas que avanzan hacia el valle, tales como el de la *Roca Balconera* ó del *Mitxidia*.

El color ceniciento de la faja numulítica contrasta con el rojizo de la cretácea que la sustenta, y «es de un efecto vistoso, dicen los Sres. Maureta y Thos, la serie de ondulaciones en que ambas se contornean al seguir las sinuosidades de aquella rápida vertiente, profundamente abarrancada, ofreciendo, cuando se contemplan desde el valle, el efecto de grandes saltos del terreno; lo que es debido exclusivamente al avance ó retroceso del macizo montañoso con relación al espectador, de tal modo que, presentándose los afloramientos de las capas en planos de visión diferentes, unos más alejados que otros hacia el NO., y buzando al mismo rumbo precisamente, se

proyectan sobre un solo plano vertical como si ocuparan niveles muy distintos.»

En el Plá de la Creu de Menajes, sobre la meseta de Tavertet, las calizas inclinan de 10 á 45°.

Entre Tavertet y Collsacabra, por la sierra de Casa Toni Gros, ó Torrente de Bala, se desarrollan las areniscas gris-azuladas hasta lo alto del Plá del Junquer, pequeña meseta situada cerca de los confines de Gerona. Continúan hasta Santa María de Corcó ó El Esquirol, donde forman una especie de embaldosado á causa de las litoelasas que las cruzan perpendicularmente, y se extienden hasta las inmediaciones de Roda, donde aparecen por bajo de las mismas unas calizas marmóreas azuladas ó gris-negruzcas, cuajadas de numulitos pequeños.

En la bajada del Coll de Portell á Vich, por San Julián de Vilatorra, los maciños fosilíferos alternan con margas y calizas, que en los alrededores de Casa Puigsech son sabulosas. En las margas cuarcíferas abundan los fósiles *Nerita Schmidellii* y *Cerithium giganteum*, con ostras, peines y otras bivalvas, y también son muy fosilíferas las de la capilla de San Pous, junto á la casa de Puigsech.

En la zona comprendida entre San Julián de Vilatorra ó de las Ollas y la masía de Altarriba, predomina un maciño azulado en el que se ven cristales de cuarzo; y entre San Julián y San Martín de Riudeperas se halla el límite del numulítico inferior y el medio, el cual se extiende hasta las vertientes opuestas de la Plana.

En Vilalleons, las calizas del numulítico inferior son tan compactas que pueden utilizarse como mármoles.

También en las inmediaciones de Taradell está el numulítico inferior en contacto con el cretáceo, hallándose aquél constituido por maciños grises y amarillentos, cuarzosos y muy tenaces, en los que abunda la *Ostrea multicostata* y calizas muy compactas. Los maciños en bancos muy gruesos sobresalen en los alrededores de La Roca, entre la iglesia de Taradell y la ermita de San Quirce.

A un quilómetro al E. de Santa María de Seva, al pie de la sierra de Montmany, se sobreponen concordantes al danés las calizas arci-

llo-sabulosas con abundancia de *Nerita Schmidellii*, á las que siguen las que contienen la *Ostrea multicostata*. Pasan éstas á maciños grises que se hacen muy duros en Las Canas, entre Aiguafreda y Centellas, y sobre ellas yacen sucesivamente otras arcillosas muy compactas, unas gonfolitas de cantos pequeños, y, por fin, las margas azules sabulosas del tramo medio.

Con arreglo á las observaciones del Dr. Almera y á sus mapas publicados, al pie meridional de Montserrat se apoya sobre el triás una faja del eoceno inferior que se prolonga al NE. por Monistrol y Vacarizas y comienza con unas brechas formadas á expensas de las calizas triásicas y alternantes con areniscas rojizas, y en las cuales se encuentra el *Bulimus gerundensis*, Vidal. Siguiendo por la vía férrea se ven desaparecer esas brechas, sustituyéndolas una arenisca roja clara con lechos de guijarros calizos, al mismo tiempo que su inclinación al N. disminuye rápidamente. Esas areniscas continúan hasta la estación de Monistrol con un ancho de 10 kilómetros, apoyándose casi horizontales y discordantes sobre las capas con *Bulimus*, sin contener más restos que señales de fucoides.

Cerca de Esparraguera, siguiendo la margen derecha del Llobregat, antes de llegar á la cascada que llaman el Caivat, se ve la misma sobreposición de las brechas arcillosas que cruzan por la estación de Olesa en contacto con el triás, apoyándose discordantes sobre ellas las arcillas rojas y abigarradas sabulosas con lechos de guijarros, que buzan ligeramente al N. hasta ocultarse debajo de las pudingas de Montserrat.

Saliendo del pueblo de Collbató, en el barranco de La Salut se observa la correspondencia de estas capas con las pudingas de la montaña de enfrente, siguiendo después por el lado derecho el desfiladero abierto en las capas del eoceno inferior y del medio.

Tiene esta garganta 10 kilómetros de largo, y en ella pasa de 150 metros el espesor de esas capas, que son de origen fluvio-lacustre. Comienzan por las arcillosas rojas alternantes con areniscas micáceas y pudingas, con el citado buzamiento, sin intercalación marina hasta Monistrol. Aquí aparecen los depósitos marinos acuñados en

dichas rocas, distinguiéndose de ellas por su color verdoso y amarillento y por su composición calizo-sabulosa. Está cortado por la carretera de Monistrol á Montserrat; franquea el barranco de las Guilleumas; cruza el Llobregat y se prolonga á P. con mayor desarrollo; alcanza 58 metros de grueso á 15 metros por encima de ese río, apoyado sobre las capas fluvio-lacustres, y contiene restos carbonosos de plantas monocotiledóneas, con una fauna enteramente litoral, donde faltan los numulitos, hallándose en cambio las siguientes especies: *Pecten plebeius*, Lam., var. *elíptica*; *Lucina scalaris*, DeFr.; *L. concentrica*, Lam.; *L. callosa*, Desh.; *Corbula gallica*, Lam.; *Venus (Cytherea) nitidula*, Lam.; *C. aff. laevigata*, Lam.; *Tellina sinuata*, Lam.; *T. tenuistriata*, Desh.; *T. donacialis*, Lam., var.; *Rostellaria cf. multiplicata*, Bell.; *Conus aff. turrilus*, Lam.; *Cypraea elegans*, DeFr.; *C. cf. sulcosa*, Lam.; *Natica patula*, Desh., y otras varias especies de esos mismos géneros y de *Spondylus*, *Pectunculus*, *Modiola* y *Arcopagia*.

Estas son las capas del eoceno marino que ocupan nivel más inferior, y en la falda NE. del Montserrat un afloramiento semejante penetra en cuña entre las capas de areniscas y pudingas que componen la montaña. Igual disposición stratigráfica se observa, según el señor Botill, en la vertiente septentrional de la montaña de San Lorenzo del Munt, que se halla formada por los mismos conglomerados que la de Montserrat.

Desde Monistrol hasta la estación del ferrocarril de cremallera que sube á Montserrat, se cortan capas arenosas con guijo menudo inclinadas ligeramente al N., y en la trinchera inmediata á la estación se ve otro nivel superior formado por calizas que contienen una fauna salobre que, según el Dr. Almera, anuncia el tránsito del régimen marino al fluvio-lacustre, durante el cual se sedimentaron las arcillas, areniscas y pudingas que separan el primer depósito marino de otro situado á nivel más alto. En esa fauna salobre se han reconocido las siguientes especies: *Asterias cf. Desmoulini*, Arch.; *Vulsella falcata*, Gold.; *Cardium granulosum*, Lam.; *C. obliquum*, Lam.; *C. Bonelli*, Bell.; *Cyrena antiqua*, Fer.; *C. cf. cuneiformis*, Fer.; So-

*len rimosus*, Bell.; *Pholadomya margaritacea*, Orb.; *Bulla parisiensis*, Orb.; *Pyrula condita*, Brong.; *P. tricolorata*, Desh.; *Cerithium* aff. *submargaritaceum*; *Melania* cf. *alpina*, May., y otras varias de los géneros *Modiola*, *Arca*, *Leda*, *Nucula*, *Lucina*, *Venus*, *Tellina*, *Panopæa*, *Teredo* y *Potamides*.

Sobre este nivel yacen otros del eoceno medio que se detallarán más adelante.

Junto á Castell-Olí, en el barranco de Francolí, la caliza es arcillosa, gris-amarillenta, cavernosa, de textura compacta y fractura desigual, con puntos espatizados; en la Cruz de Claramunt es también arcillosa y de fractura desigual, pero toma un tinte agrisado con venas azuladas, y la textura se hace cristalino-lamelar; y en la Casa de Passanals, entre Igualada y Santa Margarita de Monthuy, es un poco arcillosa, semi-marmórea, de grano muy fino, color gris claro, textura compacta y fractura desigual.

Por las costas de Lluçá, en los desmontes de la carretera de Igualada á Barcelona, las calizas con *Cerithium giganteum* alternan con un conglomerado cuarzoso de pasta caliza, y se ocultan debajo de los maciños margosos alternantes con lechos delgados de arcillas.

Las calizas y margas con numulitos de este tramo, suman un espesor de 100 metros y buzan al N.NO. entre Santa Margarita y el Carmen, y las mismas capas se prolongan al SO. por la sierra de Queralt, donde se intercalan maciños azulados que pasan á gonfolitas por el mayor volumen de sus granos; y las calizas arcillosas, á veces brechoides, con lisos de espato calizo, tienen colores blanquecinos, amarillentos y grises, y son compactas y granudas. Entre los numulitos que contienen se distinguen los *N. exponens* y *N. Lucasana*. Los de la capilla de Santa Elena inclinan 50° al S.SE.; pero no lejos de ese paraje se alzan verticales las mismas capas en unos puntos, y buzan al N. en otros.

**TRAMO MEDIO.**—Es el que mayor desarrollo alcanza; se caracteriza por el predominio de las margas, con las cuales se intercalan á grandes intervalos algunas capas de caliza y de maciños, y se desarrolla ampliamente en la Plana de Vich y la comarca de Igualada.

En el extremo septentrional de la provincia se encuentran las margas entre Bagá y Broca; y entre este lugar y Gabarrós, por el fondo del valle, se apoyan directamente sobre el cretáceo en estratificación discordante, poniendo de manifiesto un fuerte resbalamiento de las primeras. El torrente de La Coma, allí inmediato, tiene abierto su cauce en la línea de contacto de los tramos medio y superior del sistema, con las capas fuertemente inclinadas al S.

Antes de llegar á Casa Arols, marchando de la Pobla de Lillet á Plá de Anyella, se atraviesa la faja numulítica en sentido próximamente normal á sus estratos, que al principio buzan 50° al O. y aparecen cada vez más levantados conforme se sube por aquella estratificación del Pirineo. En el torrente de Arols, junto á su desembocadura en el Llobregat, debajo de los maciños con lechos subordinados de margas del tramo superior, yacen las margas azules, lindando al N. con el senonense y al S. con el danés, en estratificación discordante.

En la Plana de Vich, comenzando por Figueró, sobre los bancos de la base, compuestos de areniscas rojizas de grano grueso con intercalaciones de pudinga de guijo de cuarzo y trozos angulosos de pizarra, sumando 250 metros de grueso, yacen unas calizas sin fósiles y luego otras con *Nummulites perforata* y *N. Lucasana*, inclinadas al N.; siguen á ellas las margas azules alternantes con calizas y algunas pudingas, y, por fin, otras calizas con *Orbitoides maxima* y *Echinolampas* hasta Balenya, donde comienzan las margas azules, que entre Moya y Vich contienen *Serpula spirulava*, *Pecten solea*, ostras, políperos y briozoos.

Un corte trazado por la Plana de Vich (fig. 118) muestra la ordenada sucesión de los tres tramos numulíticos, el inferior, 4, el medio, 5, y el superior, 2, comprendidos entre el danés, 5, que asoma en Taradell, y las areniscas y conglomerados del eoceno superior, 1, que coronan la serie más arriba de San Bartolomé.

Los cerros de Gurb y de Sabassona, al NO. y al NE. de Vich respectivamente, corresponden, dentro del mismo tramo, á niveles estratigráficos diferentes, hallándose el primero en contacto con el su-

perior y el segundo con el inferior. Ambos son muy fosilíferos, y entre otras especies contienen las siguientes: *Operculina granulosa*, *Orbitoides radians*, *stellata* y *Fortisi*, *Guettardia Thiolati*, Arch.; *Stylocænia taurinensis*, Edw. et H.; *S. Vicaryi*, Haime; *Cycloseris andianensis*, Arch.; *Trochocyathus van den Hecke*, Edw. et H.; *Echinometra Thomsoni*, Arch.; *Conoclypeus subcylindricus*, Munst.; *Eschara monilifera?*, Edw.; *Spondylus Talavignesi*, Arch.; *S. granulatus*, Desh.; *S. asperulus*, Munster; *Crassatella sinuosa*, Desh. *Pleurotomaria Deshayesi*, Bell.; *Ostrea gigantea*, *Pecten subtripartitus*, *Arca Genoi*, *Serpula spirulæa*, etc.

Se intercalan entre esas margas algunas areniscas con *Pecten* y un

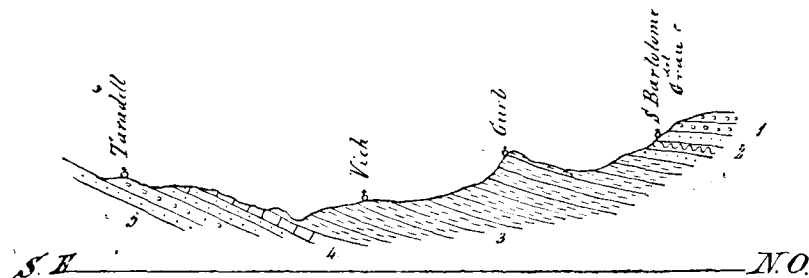


Fig. 48.—Corte á través de la Plana de Vich, según los Sres. Maureta y Thos.

lentejón de yeso de cuatro metros de grueso. La misma serie de bancos con iguales fósiles se hallan en la bajada de ese monte á San Bartolomé de Grau, donde abundan los corales, hallándose además la *Terebratulina tenuiplicata*, Leym.

Sea por falla ó por pliegues, las margas azules del llano de Vich pierden su regularidad en Manlleu, inclinándose al S. hasta San Feliu de Torelló, presentándose entre ellas una caliza negruzca con *Echinolampas*, en capas que se levantan verticales cerca de este pueblo, cambiando de inclinación al NO. en dirección á San Quirce de Besora. Cerca de este pueblo se encuentran, en el cerro de la Cogulera, varias de las especies citadas, y continuando en dirección á Ripoll, junto á los confines de Gerona, se hallan tan trastornadas y desga-

rradas por fallas, que es imposible seguir su orden de sobreposición.

Otras fracturas notables hay al E. de Vich, entre Roda y Santa María de Coreos, donde las margas azules inclinan algunos grados al O., cruzadas normalmente por muchas litoclasas verticales, espaciadas unos dos metros, y por otras secundarias perpendiculares á las primeras. Los bordes de estas líneas de fractura se marcan con ligeros salientes á cada lado.

Entre el Montseny y Vich, sobre las pizarras antiguas y las areniscas bastas, micáceas, pardo-rojizas garumnenses, alternantes en 150 metros de espesor con brechas de pizarras y cantos de granito de Figueró y Mirambach, se sobreponen las calizas con *Num. perforata* en el primer punto, y las margas con *Serpula spirulæa* en el segundo, con una discordancia estratigráfica en la zona de contacto de estas margas y las rojas cretáceas.

La faja numulítica forma, entre la Plana de Vich y Mauresa, una cuenca más elevada que aquellas dos localidades, en el centro de la cual se levanta Santa Coloma Sasserra, y en cuyos bordes se hallan Colluspina, Moyá, Marfá y Castelltersol, por las cumbres de una serie de cerros. La composición de esta faja numulítica en Moyá es, de abajo para arriba, la siguiente, según Bauzá:

- 1.—Margas con *Cerithium*, *Neritas*, *Spondylus* y pequeños *Nummulites* = 50 metros.
- 2.—Margas con numulitos.
- 3.—Maciños y gonfolitas de cantos menudos.
- 4.—Margas azules.
- 5.—Margas y areniscas sin fósiles.

En la caliza gris sabulosa que alterna con las margas sobre Castellterç, se encuentran *Alveolinas*, asociadas á *Panopæas*, *Pholadomias* y *Cidaris*.

Mauresa está rodeada por las pudingas superiores alternantes con areniscas y margas rojizas, y á un quilómetro al N. de la ciudad hay un cerrito de 50 metros de altura coronado por cantos cuaternarios, y en el cual se intercalan en aquellas un banco con ostras y otro de caliza gris margosa.

Inferiores á estas capas asoman en San Fructuoso de Bagés las calizas margosas fosilíferas que deben corresponder á las de la base del Montserrat; y al otro lado del Llobregat, á consecuencia de una falla, asoman los siguientes niveles inferiores:

- 1.—Calizas compactas y margas con *Velates Schmidellii*.
- 2.—Caliza formada exclusivamente de políperos, que con la anterior suma 25 metros de grueso.
- 5.—Calizas y margas azules con *Velates* y *Salmacis van den Eckeri*, Ag. = 24 metros.
- 4.—Caliza con *Velates Schmidellii* de gran tamaño = 2 metros.
- 5.—Caliza amarilla y quebradiza, con la misma especie de menor tamaño = 12 metros. Esta caliza continúa por la ladera de la montaña hasta Caldes; y en un profundo barranco de 150 metros de altura que hay al S. de este pueblo, se observa la siguiente sucesión de los estratos eocenos, según las observaciones del Sr. Carez:
  - 1.—Caliza compacta azulada, probablemente cretácea, que se descubre con un espesor de 50 metros.
  - 2.—Conglomerado formado principalmente de cantos angulosos de pizarra empotrados en una arenisca hasta rojo-parduzca = 25 metros.
  - 5.—Marga azul con algunos corales = 50 metros.
  - 4.—Caliza sabulosa blanda sin fósiles = 15 metros.
  - 5.—Caliza con *Nummulites Lucasana*, *Montlivaultia Jacquemonti*, Arch.; *Pecten subtripartitus*, Arch.; *Spondylus cisalpinus*, Brong.; *Natica caepacea*, y ostras grandes con pliegues y otros restos = 12 metros.
  - 6.—Caliza con *Orbitolites grandes*, *Operculina granulosa*, Leym., y *N. Lucasana*, Defr. = 3 metros.
  - 7.—Marga azul sin fósiles = 0,80 metros.
  - 8.—Caliza con *Num. Lucasana* = 2 metros.
  - 9.—Caliza y arenisca, tránsito á conglomerado = 17 metros.
  - 10.—Caliza con *Num. perforata*, *N. Lucasana* y *Spondylus cisalpinus* = 1,50 metros.
  - 11.—Caliza con corales = 55 metros.

12.—Caliza y margas con *Num. striata* y un *Cerithium* de gran tamaño parecido al *C. Lachensis*, Bay. = 15 metros.

15.—Caliza con *Echinolampas*, *Schizaster Studeri*, Ag.; *Spondylus Caldesensis*, Car.; *Mytilus Almeræ*, Car.; *Velates Schmidellii* y muchos políperos voluminosos = 65 metros.

14.—Margas y areniscas rojas = 12 metros.

Estas capas están desgarradas por muchas fallas en las inmediaciones de Caldes, una de las cuales se observa en la bajada á Artés, y en virtud de ella en el valle de Riusech aparecen las margas azules con *Serpula spirulæa* 200 metros más bajas. Otra falla debe cruzar entre Caldes y Moyá.

Examinándolas con minuciosa escrupulosidad, dió Vezian <sup>(1)</sup> el siguiente corte de las capas que se suceden en los cinco kilómetros que median entre Carme ó Igualada, suponiéndolas todas eocenas y creyendo, equivocadamente, que se apoyan sobre el jurásico y el neocomiense, formaciones que allí no existen:

1.—Arcillas rojizas en la base, y después amarillentas = 5 metros.

2.—Caliza arcillosa gris con lechos delgados de margas interpuestas = 10 metros.

5.—Cuatro bancos de arenisca arcillosa rojiza intercalados en una masa arcillosa, ó inclinados como los anteriores de 65 á 70°, ocultándose bajo aluviones antiguos = 15 metros.

4.—Arcilla rojiza con nódulos y venas de carbonato y de sulfato de cal = 25 metros. Sus bancos, así como los siguientes, sólo inclinan unos 20°.

5.—Arcilla sabulosa y argilita = 18 metros.

6.—Maciño gris rojizo con muchas rajaduras perpendiculares á las caras de estratificación = 5 metros.

7.—Arcilla semejante á la del núm. 4 = 50 metros.

8.—Arcilla como la del núm. 5 = 60 metros.

9.—Maciño igual al núm. 6 = 25 metros.

(1) *Bull. Soc. géol. France*, 2.<sup>a</sup> serie, tomo XIV, pág. 379.



10.—Arcilla rojiza con delgados lechos de maciño alternantes, pasando á la caliza arcillosa y á la arenisca arcillosa = 80 metros.

11.—Gonfolita formada de cantos de calizas del secundario = 2 metros.

12.—Arcilla = 2 metros.

13.—Caliza arcillosa abigarrada, pasando en sitios á maciño, en capas de espesores diversos, hendidas en todos sentidos, con bancos arcillosos en la parte superior = 20 metros.

14.—Gonfolita como el núm. 11 = 5 metros.

15.—Caliza como el núm. 13 = 5 metros.

16.—Gonfolita rojiza ó blanquecina como el núm. 14 = 12 metros.

17.—Maciño gris rojizo en que se muestran los primeros numulitos = 6 metros.

18.—Marga arcillosa rojiza ó agrisada con lechos de maciño = 8 metros.

19.—Marga arcillosa uniformemente rojiza = 8 metros.

20.—Gonfolita como el núm. 11 = 9 metros.

21.—Maciño que pasa á gonfolita en ciertos sitios = 6 metros.

22.—Margas azules y en ciertos sitios amarillentas, alternantes con calizas arcillosas = 40 metros. En ella se encuentra el Coll des Lentilles, así llamado por la abundancia de numulitos pequeños que en él se contienen.

23.—Caliza arcillosa, muy dura, divisible en fragmentos redondeados y con muchos numulitos = 60 metros.

24.—Margas azules con lechos muy delgados de caliza margosa = 20 metros.

25.—Caliza margosa, pizarreña, alternante con margas azuladas = 6 metros.

26.—Marga gris con lechos de maciño y algo de yeso amarillo = 40 metros. Sobre esta marga está, en parte, edificada la ciudad de Igualada, siguiendo á ella calizas y areniscas que completan la serie numulítica.

Los núms. 20 á 25 corresponden á su tramo castelliense, y los tres restantes al igualadense.

En este corte el tramo inferior eoceno tiene una composición más variada que en Montserrat; pero respecto á su extensión, duda Vezian si termina en la primera aparición de los numulitos, ó sea en el número 21, ó donde desaparece el color rojo, ó donde cesan las gonfolitas. Opina, en definitiva, por lo segundo, caracterizándose este tramo por la naturaleza detrítica de sus elementos, por la rareza ó falta de restos orgánicos y por su tinte rojizo.

Según observaciones posteriores de otros geólogos, los tres primeros niveles, mucho más inclinados que los restantes, son del garumnense.

Conforme se indica en la figura 19, en los llanos de Igualada tie-

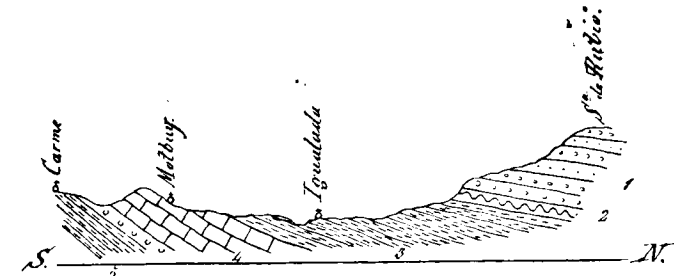


Fig. 19.—Corte entre Carme y la sierra de Rubió, según los señores Maureta y Thos.

ne el sistema una disposición análoga á la que ofrece en la Plana de Vich. Sobre las capas garumnenses, 5, que asoman en Carme con buzamiento septentrional, yacen sucesivamente los tramos inferior, 4, medio, 3, y superior, 2, del numulítico, coronando la sierra de Rubió los conglomerados y areniscas del eoceno superior.

Según otro corte del Sr. Carez, en el fondo del barranco en que está edificado Carme se extienden las margas rojas con 35 metros de grueso, base del eoceno, intercalándose entre ellas unas capas de caliza de color uniforme y fáciles de distinguir de las margas abigarradas del cretáceo superior. Directamente se sobreponen á ellas las areniscas con algunos conglomerados, y continuando en dirección á Igualada se levantan con mayores alturas las calizas sabuloso-mar-

gosas con los primeros numulitos, midiendo un espesor de 50 metros. Un lecho margoso se intercala entre el primer banco calizo y el segundo, encontrándose en éste *Nummulites perforata*, Orb.; *N. Lucasana*, Defr.; *Schizaster Studeri*, Ag.; *Pecten solea*, Desh.; *P. subtripartitus*, Arch.; *Ostrea*, *Mytilus*, etc. Buzan las capas más de 45° al N.NO., y á mitad de camino, entre Carme é Igualada, yacen las margas azules suavemente inclinadas, conteniendo *Operculina granulosa*, Leym.; *Orbitolites radians*, Arch.; *Schizaster rimosus*, Des.; *Sch. ambulacrum*, Ag.; *Euspatagus*, etc.

Las mismas margas ocupan el fondo y las paredes del circo en cuyo centro se halla Igualada, abundando los fósiles en las inmediaciones de Santa Margarita de Mombuy, donde se hallan, entre otros, *Operculina granulosa*, Leym.; *Nummulites biarritzensis*, Arch.; *Orbitolites radians*, Arch.; *O. papyracea*, Arch.; *O. Fortisii*, Arch.; *Schizaster rimosus*, Des.; *Euspatagus elongatus*, Ag.; *Ostrea*, etc.

Las mismas margas se extienden hasta la Poblá de Claramunt, en cuyo término ofrecen una facies coralígena, por su abundancia de políperos gigantes, y fuera de allí toda la cuenquecita de Igualada es completamente uniforme. En ésta se hallan, además de las citadas, las especies siguientes: *Litharæa Ameliana*, Edw. et H.; *Helias-træa Guettardi*, Edw. et H.; *Astroconia ornata*, Edw.; *Thamnastræa tessellata*, Mich.; *Stylocornia emarciata*, Edw. et H.; *Prionastræa irregularis*, Edw. et H.; *Ullophyllia profunda*, Mich.; *Cyclolites Heberti*, Tour.; *C. Borsoni*, Mich.; *Montlivaultia Jacquemonti*, Arch.; *M. bilobata*, Mich.; *Trochocyathus van den Heckeii*, Edw. et H.; *Trochos-milia corniculum*, Mich.; *Echinometra Thomsoni*, Arch.; *Schizaster Archiaci*, Cott.; *Lunulites punctatus*, Leym.; *Terebratulina tenuistriata*, Leym.; *Pecten Murchisoni*, Desh.; *P. Gravesi*, Arch.; *Chama late-costata*, Lam.; *Crassatella plumbea*, Lam.; *Cardita Perezi*, Bell.; *Cytheræa Verneuilli?*, Arch.; *Teredo Tournali*, Leym.; *Cerithium albasiense*, Leym.; *C. granulosum*, Arch.; *Rostellaria fissurella*, Lam., y *Conus brevis*, Sow.

A causa de su buzamiento entre Igualada y Castell-Oli se sube constantemente por capas cada vez más modernas, continuando las

misimas margas con los mismos fósiles. Según un corte del Sr. Carrez, entre Castell-Oli y el Coll de Bruch (644 metros), sobre las margas azules de Castell-Oli, en que abundan los lamelibránqueos y gasterópodos, hay otras con intercalaciones de calizas, á las que se sobreponen, con 70 metros de espesor, unas calizas con *Ostrea gigantea?*, *Spondylus cisalpinus*, crasatelas, etc. Siguen á ellas, en un grueso de 52 metros, margas azules con *Cyclolites Borsonis*, Mich.; *Natica sigaretina*, Desh., y *Voluta Besanzoni*, Bayan; después, en otros 10 metros, una caliza con numulitos pequeños, *Orbitolites papyracea*, Arch.; *Stylophora pulcherrima*, Achiardi; *Stylocornia lobatorotundata*, Mich.; *Leptaxis bilobata*, Mich.; *Placosmilia strangulata*, Achiardi; *Trochocyathus van den Heckeii*, Edw. et Haime, y otros políperos; *Leiodiaris italica*, Laube, etc. Abundan los fósiles, principalmente al N. del camino, y viene después, con 20 metros de ancho, otra caliza gris, muy dura, que envuelve especies de *Cerithium* de dimensiones colosales, y á la cual se sobreponen las pudingas de cantos gruesos del pico del Bruch y son prolongación de las que forman las crestas del Montserrat.

Entre Igualada y Odena se desarrollan las margas azules, á las que se sobrepone en el segundo pueblo una masa lenticular de yeso compacto y muy finamente cristalizado, que alcanza hasta 50 metros de espesor y yace bajo grandes masas de pudingas, con intercalaciones de margas rojas análogas á las que cubren las que encierran ceritos de gran tamaño en las inmediaciones de Castell-Oli. Ese yeso desaparece por el lado del Bruch; pero continúa en el opuesto en unos 20 kilómetros, por Rusella y la bajada del camino de Calaf hasta Clariana, diseminándose en vetas muy delgadas en las cercanías de Jorba, al O. de cuyo pueblo le reemplazan por bajo de las pudingas unas areniscas que se explotan como excelente piedra de construcción. Esta sustitución se observa también junto al Cardoner, frente á Manresa.

Reaparece el yeso en las colinas que rodean el valle de Clariana, el fondo del cual es de margas azules, y llega su espesor á 100 metros entre este pueblo y Tous, siendo menos compacto y más translúcido que en Odena.

Al pie de la cascada de San Miguel del Fay el eoceno yace concordante sobre el garumnense, que se distingue por su color rutilante, prolongándose sin la menor quiebra la línea de contacto por las escarpadas laderas del valle. Tanto éste como el hemicíclo que le precede hállanse constituidos esencialmente por calizas, maciños amarillentos y margas azuladas, si bien en capas casi horizontales, que alcanzan 550 metros de espesor, entre las cuales se encuentran *Spondylus Rouaulti*, Arch.; *Cypræa elegans*, Defr.; *Natica sigaretina*, Desh., y otros fósiles.

Por largo tiempo se creyó que las grandes masas de conglomerado de Montserrat y sierras inmediatas correspondían á la parte más alta del sistema; pero, según las últimas observaciones del Dr. Almera, en esa montaña hay pudingas de diferentes edades, correspondiendo las de su parte central más bien al tramo medio, pues entre ellas hay introducidas, á manera de cuña, varias capas con especies fósiles que así lo justifican.

Sobre el horizonte de la base con *Bulimus gerundensis* y la formación de agua salobre, de que se trató en la página 112, si se sube á lo alto de la montaña, en la confluencia de los barrancos de Tortugué y de Fideue, asoma la segunda zona marina fosilifera, que corresponde al luteniense medio, caracterizada por las especies siguientes: *Nummulites perforata*, Orb.; *N. striata*, Orb.; *N. Lucasana*, Defr.; *N. lævigata*, Lam.; *Operculina granulosa*, Leym.; *Echinolampas Vidali*, Cott.; *E.* cf. *Archiaci*; *Eschara* cf. *subcartaica*, Arch.; *Ostrea multicostata*, Desh.; *O. uncifera*, Leym.; *Cerithium* aff. *giganteum*, Lam.; *Nerita Schmidellii*, Chem., y otras de los géneros *Retepora*, *Pecten*, *Natica*, etc. Este horizonte está representado por lechos de arcilla desmoronadiza y bancos de caliza blanquecina, arenisca con guijo calizo, de lidia, etc., abundando los numulitos en las últimas capas.

Pasa de 60 metros el espesor de este conjunto de capas marinas, por encima del cual, en las escarpas del cerro de la masía de Calsina, se distinguen las tres hiladas siguientes:

1.<sup>a</sup> Una faja de arcilla arenosa rojiza en lechos delgados que su-

man 40 metros de espesor y que concuerdan con las capas inferiores sin fósiles que forman la parte media de la ladera.

2.<sup>a</sup> Caliza cuarcifera blanco-amarillenta alternante con margas sabulosas guijarreñas. Pasa debajo de la ermita de Santa Cecilia; penetra en cuña en la masa fluvio-lacustre sobre la vía férrea que cruza por la masía de la Creu, y es muy notable por la abundancia de equinos que contiene, y entre los cuales se reconocen los siguientes: *Phalacrocidaris Gautieri*, Lamb.; *Leiocidaris itala*, Laube; *L. Bofilli*, Lam.; *Echinopedina granulosa*, Lamb.; *Coptosoma cribrum*, Ag.; *C. Pellati*, Cott.; *Psammechinus Hispania*, Lamb.; *Cælopleurus coronalis*, Klein; *Schizaster rimosus*, Ag.; *S. Vidali*, Lamb.; *S. Montserratensis*, Lamb.; *Brissoides Almeræ*, Lamb.; *Sarsella Lorioli*, Lamb., etc. Hállanse además en las mismas capas varias de las especies de la lista anterior, *Pecten corneus*, Sow.; *Spondylus Rouaulti*, Desh.; *Chama latecostata*, Lam., var. *minor*, etc.

3.<sup>a</sup> Arcilla sabulosa rojiza que forma la cumbre del cerro de la Calsina.

En la subida al Montserrat por el ferrocarril de cremallera, puede formarse una idea de la composición de esta montaña, pues en su primera mitad la vía corta las capas perpendicularmente. Después, á 577 metros por encima del nivel del Llobregat, giran al E. y se cortan con mayor oblicuidad.

Según minuciosas y concienzudas observaciones del Dr. Almera, el corte de la montaña desde el cauce del Llobregat comprende 1082 metros de altura, correspondiendo 586 desde el Llobregat al Monasterio, y 496 desde éste hasta el pico de San Jerónimo, distribuidos entre las nueve hiladas siguientes:

1.—Areniscas rojas arcillosas, en sitios abigarradas, de la base de la montaña, que se cruzan entre La Puda y Monistrol con un espesor visible de 58 metros.

2.—Caliza arenosa, dura y azulada, con nódulos margosos amarillentos que contienen restos de vegetales monocotiledóneos. Encierra una fauna litoral, que se hace de agua salobre en la parte superior = 52 metros.

5.—Trece lechos de arcilla con fucoides y vetillas de yeso, alternantes con margas grumosas abigarradas y pudingas poligénicas de cantos pequeños. El espesor de los bancos varía entre 0<sup>m</sup>,75 y cuatro metros, y suman en total 155 metros.

4.—Arenisca blanda, gris, con señales de anélidos = 5 metros.

5.—Pudingas más duras y de cantos más gruesos que las anteriores, alternantes con arcillas rojizas, moteadas y grumosas, sin yeso = 174 metros.

6.—Areniscas grises y azuladas con numulitos y vegetales = 26 metros.

7.—Pudingas en bancos irregulares con intercalaciones de arcilla roja = 110 metros.

8.—Maciño azulado y caliza con *Nummulites birritzensis*, etc. = 10 metros.

9.—Lechos de arcilla roja dura y basta con grandes bancos de pudinga poligénica que predomina casi exclusivamente á medida que se aproxima al pico de San Jerónimo = 526 metros.

El corte del Dr. Almera rectifica y aclara otro que hace años trazó el Sr. Carez, dividiendo también la montaña en nueve hiladas.

Antes de llegar al Monasterio predomina la pudinga de cemento duro, presentando coloraciones grises y rojizas, y compuesta de cantos de calizas compactas, cretáceas y triásicas, acompañados de otros de cuarzos blancos y negros, de pizarras peleozóicas, de granito y de pórfidos. Algunos de estos cantos alcanzan hasta 45 centímetros de diámetro; pero la mayor parte no pasan de 10.

Considerada en su conjunto la montaña de Montserrat, aparece como una inmensa muralla de 15 kilómetros de longitud, alineada casi de E. á O. desde el Llobregat hasta Casa Masana, y aislada por todas partes hasta unirse por un extremo con el Bruch de Dalp. La falda N., que es la más escarpada, presenta una serie de gradas cortadas por barrancos; hacia el E. y el NO. disminuye el espesor de la masa de pudingas, y entre ellas se intercalan areniscas rojas hasta que el conglomerado desaparece, sustituyéndole los maciños con algunos cantos rodados, como se ve entre Manresa y Calaf.

Casi toda la cumbre de la montaña está llena de quebras y de simas, y en su parte inferior, donde abunda la arcilla, existen muchas cavernas que sirven de receptáculo á las aguas pluviales que incesantemente las agraudan.

Las pudingas de esta sierra se extienden hasta el litoral, á través del Panadés y del Vallés, viéndose isleos de las mismas en las montañas triásicas de Gélida y de Corbera, en la parte N. de la sierra del litoral, en San Andrés de la Barca, al S. del Rubí y al S. de San Cugat del Vallés. En estos conglomerados se ven, entre otros, muchos cantos de calizas con alveolinas del eoceno inferior.

Las capas marinas que penetran en cuña en estos conglomerados, demuestran que, durante el tiempo de su sedimentación, el cual debió ser muy largo, en vista de su enorme espesor, hubieron de manifestarse ciertos movimientos orogénicos, y que la topografía de la provincia en esa época debió ser muy diferente de la actual. Supone el Dr. Almera que las corrientes de agua irían de S. á N., formándose primero los cordones litorales, y depositándose después los elementos rodados menos gruesos, que fueron arrastrados más lejos al fondo del mar. Así se explica la disminución progresiva de las pudingas hacia el NO.

Este gran depósito de cantos rodados se extendía durante el eoceno y el oligoceno entre la cordillera litoral actual y la del Montserrat, y por enérgicos y largos derrubios suministró los materiales de formaciones posteriores que constituyen el Vallés y el Panadés. Tales fenómenos de denudación se explican fácilmente. Las dos cordilleras que limitan estas dos comarcas presentan actualmente por el SE. un contrafuerte, alineado al NE., de más de 80 kilómetros de largo, pasado el cual, se descende con suave pendiente al interior de Cataluña hasta las mesetas de Urgel, de Segarra, Plá de Bajés y Plana de Vich, mientras que por la parte del Vallés y del Panadés la pendiente es muy escarpada. Formado este contrafuerte por el Montseny y los montes de Fontrubi, Foix y Montmell, marca el límite del Vallés y en su centro se encuentra el macizo de Montserrat. Se debe este contrafuerte á una gran falla que además produjo

la desaparición de la elevada sierra litoral, «veinte veces derrubida, según dijo G. Dollfuss, otras tantas levantada en trozos hasta el mismo sitio y defendiéndose contra nuevas denudaciones.»

«Por la rotura de la bóveda constituida por el paleozóico, el secundario y el terciario, agrega el Dr. Almera, y á consecuencia del hundimiento premioceno de la región central de esa sierra, convertida más tarde en las cuencas del Vallés y el Panadés, desapareció su primitiva masa, no quedando más que su borde litoral é interior al descubierto.» Según esta hipótesis, no hay duda de que el subsuelo de estas cuencas debe estar constituido en la base por el granito, sobre el que se apoyan sucesivamente las pizarras paleozóicas y el trias, cubierto á su vez por el eoceno superior hacia el NE. y por el infracretáceo al SO. del Panadés.

En lo relativo á la edad de las capas de Montserrat, termina el Sr. Almera con las siguientes afirmaciones:

1.ª Las capas lacustres de la base de la montaña por el lado del SE. corresponden al eoceno inferior.

2.ª También son del tramo inferior ó del luteciense inferior las capas con alveolinas que se desarrollan por el lado de Capellades.

3.ª Son del eoceno medio las capas centrales con numulitos y grandes ceritos, equivalentes al luteciense medio de la cuenca de Paris.

4.ª Son del luteciense superior, y quizá deban referirse al eoceno superior, las capas con *Num. biarritzensis* y con *Eupatagus ornatus* y otras muchas especies de equinos.

5.ª Los conglomerados de la parte alta de la montaña, cuyos cantos van siendo más menudos á medida que se marcha hacia el N., hasta pasar á areniscas, representan probablemente el oligoceno inferior del nivel con *Ancodus Aymardi*, al que corresponden los lignitos de Calaf.

Por nuestra parte añadiremos que estos conglomerados se relacionan y presentan grandes analogías de composición y de yacimiento con los que se desarrollan con gran potencia en el Oroel, Los Mallos de Riglos y otras montañas del Alto Aragón, agrupados en el eoceno

superior, sin que por esto neguemos la posibilidad de que constituyan la base del oligoceno. Ulteriores investigaciones permitirán resolver definitivamente esta parte dudosa de nuestras observaciones.

La montaña de Sant Llorens del Munt, otro de los picos salientes de la cadena transversal interior, ofrece una composición idéntica á la del Montserrat, presentando sus conglomerados análogos caracteres de desagregación y descomposición; pero el contorno de todo el macizo se proyecta sobre el horizonte con líneas más regulares.

Las sierras de Odena y de Rubió, que son la prolongación occidental de la de Montserrat, se hallan también formadas por el eoceno superior, cuyas hiladas inclinan entre el N. y el NO., desde el Serrat de las Guixeras, en que yacen las más inferiores sobre los yesos del numulítico superior, hasta la Torre Manresana, donde desaparecen bajo los sedimentos oligocenos. El punto más notable de este trayecto es el de las Mallolas, donde se intercala entre los conglomerados una faja blanquecina de 60 metros de espesor, constituida por margas y areniscas con lechos de caliza margosa.

Desde este punto hasta Jorba y Copons por el O. y hasta el Plá de Carol por el E., se reproduce dicha faja con idénticas condiciones, y de la misma forma parte una arenisca caliza de grano fino, muy estimada como piedra de labra. En el Plá de Carol las rocas dominantes son las areniscas calíferas de grano fino, pasando á conglomerados de guijos de diferente composición, y desde allí hasta Rajadell las mismas capas y las arcillas de color rojo alternan con otras de igual especie grises y blanquecinas. Hacia la base de la escarpa con que termina al S. el Plá de Carol, reaparecen los lechos de caliza gris compacta, inclinados 5° al N.

TRAMO SUPERIOR.—En esta provincia el tramo superior, á la inversa del medio, tiene escasísimo desarrollo, y no siempre es fácil observar su contacto con las areniscas y conglomerados con que termina el sistema.

Consta principalmente de maciños muy duros, en bancos de dos á tres metros de espesor, y de yesos interestratificados, con lechos su-

bordinados de margas, ofreciendo todo el conjunto un tono amarillento claro. Forma una estrecha zona que en los montes que hay al N. de Igualada, lo mismo que en los que ciñe por el O. la Plana de Vich, se desarrolla paralelamente á los cerros del tramo medio, interrumpidos en muchos puntos, merced á la acción de las aguas, que derrubieron el grupo de las margas, ocasionando la formación de cerros dispersos, coronados en su cima por el tramo superior.

Uno de los puntos en que éste adquiere más incremento es en Manresa, motivo por el cual Vézian le dió el nombre de esta localidad al incluirlo en su cuarto tramo numulítico. Se descubre en la cortadura abierta por el Cardener, al pie de la ciudad, en capas divididas por grandes grietas perpendiculares á la estratificación, que buzan, como las subyacentes, hacia el NO., por lo cual, traspuesta la población, quedan ocultas por el tramo de las areniscas y conglomerados rojos.

En la cuenca del Ter, cerca de Vich, por las inmediaciones de Folgarolas, los maciños son menos arcillosos y más cuarzosos que de ordinario, lo cual les comunica mayor consistencia, midiendo sus bancos algunos metros de espesor. Son de colores claros, á veces de grano tan grueso que pasan á gonfolitas; su cemento arcillo-calífero es abundante, y contienen nódulos de caliza espatizada.

Maciños muy parecidos á los anteriores yacen en una cantera junto al torrente de Pou, camino de Vich á Sabassona, intercalándose entre ellos un lecho de caliza compacta, que en el Collet de la Bellacona contiene algunos fósiles.

Está situado el castillo de Tona sobre capas delgadas de maciño amarillento y duro, alternante con caliza arcillosa y silicea, muy tenaz y azulada, con un espesor de cinco á seis metros, y esa roca cubre un conjunto de margas azules y areniscas margosas gris-amarillentas, con fragmentos de azabache. Corona esa faja los cerros más próximos por la parte del O., bien que á un nivel más bajo, por buzar las capas al O.NO.; pero en la cordillera que limita por igual rumbo el horizonte de Tona no se ve dicha faja, por corresponder á un nivel inferior al de su base. Sobre ésta se eleva una masa de mar-

gas y maciños azules de más de 100 metros de espesor, sobreponiéndose una zona blauquerina y más consistente de bancos de yeso, que se corresponden con los de la Casa Garet de Collsuspina, y sobre los cuales descansa el eoceno lacustre.

San Bartolomé del Grau, en la Plana de Vich, es otro punto en que el mismo tramo se desarrolla claramente con unos maciños blauqueños, de grano muy fino y unido, intercalados entre margas y areniscas azuladas con yesos que soportan, como en Manresa, las areniscas y conglomerados del eoceno lacustre. Algunos de los fósiles que encierra se han espatizado y forman núcleos blancos de carbonato calizo en el seno de la roca. Existen abiertas varias canteras sobre el expresado maciño, que es muy estimado como piedra de labra.

Se extienden los yesos por la riera ó rambla de la Font Salada, Santa Eulalia de Riuprimer, Montayola, Munter y Collsuspina; se explotan en la sierra de Odena, y se prolongan por Espelt, Clariana, Tous y Fiol, hasta los confines de Tarragona.

Por el extremo NE. de la provincia el tramo superior se muestra principalmente en las cercanías de la Poble de Lillet, desde el río Arige hasta el alto de Bombardó, en los confines de Gerona, por las vertientes del Falgás. Las capas están sumamente dislocadas; en algunas margosas se halla el *Num. spira*, y este nivel se prolonga hacia Bagá, formando una montaña de 500 metros de altura sobre la margen derecha del Baseareny. Otras margas contienen yesos abigarrados en los que abundan los cristales de cuarzo.

#### Grupo de las pudingas.

El eoceno superior, ó sea *el tramo de las areniscas y conglomerados*, ocupa una extensa zona, paralela á la numulítica. Su composición petrológica, su facies general y la carencia absoluta de restos orgánicos, los diferencian claramente de esta última; pero, en cambio, se hace algo difícil de distinguir del oligoceno, con el cual presenta muchas analogías.

Este grupo se extiende ampliamente por la mayor parte de la cuenca media del Llobregat, penetrando algún tanto en las vertientes occidentales de la del Ter. Su límite inferior es, en su mayor parte, lindero N. del numulítico, y su límite superior se confunde con la base del oligoceno. En su extremo septentrional la parte inferior del tramo se apoya en unos sitios sobre el numulítico, y en otros sobre el cretáceo.

Los conglomerados, alternantes con areniscas y margas, forman dentro de esta zona un potente depósito, en su conjunto rojizo con fajas blanquecinas, y en ellos dominan principalmente los cantos de caliza, unidos por un cemento margoso. Es muy frecuente que, estrechando sus bancos, formen una cuña entre los de margas y areniscas, y en estas últimas se transforman por la disminución del volumen de sus elementos. Por excepción se intercalan en determinados puntos algunos lechos de caliza arcillosa.

Por su posición en el interior de la provincia, este grupo participa de las distintas inclinaciones que determinan el levantamiento de la cadena interior por una parte, y el de la cordillera pirenaica por otra; y sus estratos, levantados en los bordes de dicha zona, buzan hacia un punto próximo á su remate occidental, en el cual se marca el cambio de inclinación.

De Rajadell á Manresa este grupo es de composición muy uniforme, predominando el conglomerado rojizo en bancos muy gruesos, con diversos tránsitos á la arenisca; y en la última de las poblaciones citadas descansan directamente sobre los maciños del tramo superior numulítico.

Los cerros que se extienden entre Manresa é Igualada hasta doblar el Coll de Buxent, situado entre el Montserrat y las sierras de Odena y de Rubió, y en los cuales domina un tinte rojizo, se hallan formados por las areniscas y conglomerados del mismo tramo.

Siguiendo de Manresa á Berga, por la carretera, se atraviesan las areniscas y los conglomerados en su mayor anchura, cubiertos por la formación lacustre oligocena en un radio de más de tres kilómetros al S. y al N. de Sallent. En los alrededores de Balsareny reap-

recen con ligero buzamiento al S., contrario al que presentan por encima de Manresa antes de ocultarse bajo el oligoceno; y continuando hacia Berga se marcan algunas ondulaciones, que aumentan en las vertientes de las sierras de Mercadal y de Queralt, donde inclinan más de 70° al S.

La estratificación es casi horizontal en el Hostal de la Granota, en la fábrica de Viladomín y en Gironella; inclina al S. en Puigreig y en Berga, y al N. de Navas y en la fábrica del Río de Bosal. Las rocas predominantes en el Hostal de la Granota son las areniscas, y en Gironella los conglomerados. Ambas rocas alternan en el Tossallet, á medio kilómetro al S. de Berga, donde inclinan 16° al N., viéndose en las pudingas gran número de cantos de granito y de pórfido.

La Roca de Godinas, que sobresale en el Serrat del Monsén, debajo de los conglomerados, está constituida por margas arenosas muy compactas, parduzcas, que inclinan 29° al O.; y en la Cruz de Vilaformin hay discordancia entre estos sedimentos y los cretáceos de las sierras de Vilosin y de Queralt.

Entre Prats de Llusanés y Berga se extienden las areniscas, las margas y los conglomerados rojizos, hallándose los últimos cada vez más cargados de cantos calizos, que en los alrededores de Prats son pequeños, parduzcos, grises y blanquecinos. Desde aquí hasta Viel se intercalan, en la falda oriental de la costa de Prats, una caliza gris, muy compacta y tenaz, y otras arcillosas. Desde el Plá de San Salvador para abajo predominan las margas rojas, y la estratificación ofrece en todo este trayecto una serie de ondulaciones, inclinando al S. en Berga, al NO. desde la sierra de Volaceres á la de Olbán, al SO. desde el Coll de la Cervera á la riera de Marlés, y al O. desde la sierra de Prats hasta la riera Salada, donde asoman inferiores los yesos y margas azules del numulítico.

Entre Berga y Ripoll, hasta los confines de Gerona, sin intercalaciones de margas ni areniscas, se extienden las pudingas de composición uniforme como las de Montserrat, levantadas á pico más de 500 metros por la parte del S., hasta seis kilómetros más allá de Santa María de Borreda, formando en conjunto un anticlinal. Por el

lado del N. las pudingas terminan á tres quilómetros de Berga, rematando por falla contra el cretáceo.

En las inmediaciones del Hostal del Bisbe, que se encuentra á la mitad del camino de Berga á Cardona, algunos bancos de calizas alternan con las areniscas y los conglomerados, que inclinan 10° al O. y adquieren creciente desarrollo y consistencia.

En Cardona estos conglomerados, que se extienden en más de 25 quilómetros con pequeñas inclinaciones, se levantan repentinamente con 60 á 70° de inclinación, doblados en un anticlinal en cuyo eje arma la gran masa de sal, que mide más de 50 metros de espesor.

### Tarragona.

Al penetrar en la de Tarragona, entre Bellprat y San Magi, la mancha meridional eocena de la provincia de Barcelona se reduce á una estrecha fajita que, siguiendo el torrente de las Mallas, cruza el Gayá entre uno y dos quilómetros al N. de Pontils y se extingue al N. de Vallespinosa, por bajo de los conglomerados que constituyen la base del terciario lacustre. Se reduce la longitud de esta fajita á 14 quilómetros, y en pocos sitios excede de uno su ancho.

A juzgar por recientes exploraciones efectuadas por el Sr. Vidal <sup>(1)</sup>, hay algo importante que rectificar á las notas que hace largo tiempo hice yo de esta parte de la provincia, pues una faja de margas rojas y abigarradas sobrepuesta á la caliza de alveolinas y que suponía del danés intercalado en posición anormal, pertenece también al eoceno, constituyendo una formación lacustre muy singular ó especial de esta localidad.

Comienza el sistema por un banco de dos metros de espesor lleno de miliolitos y alveolinas, al que siguen las margas, que en el barranco de las Mallas me ofrecieron estos cuatro horizontes:

(1) *Contribución al estudio del oligoceno en Cataluña: Mem. R. Acad. de Ciencias y Artes de Barcelona*, vol. V, pág. 313.

1.—Margas sabulosas y calizas arcillosas cuarcíferas con *Ostrea gigantea*, Sow.; *Euspatagus ornatus*, etc.

2.—Lecho margoso, principalmente compuesto de infinidad de individuos del *Orbitoides Fortisi*.

3.—Margas con gasterópodos, bivalvas, briozoos, corales y la *Operculina ammoneri*.

4.—Calizas arcillosas y margas con gasterópodos.

En los dos primeros abundan más los numulitos que en los segundos, predominando en las hiladas inferiores el *N. biarritzensis*, Arch., y el *N. Guettardi*.

La caliza blanca compacta con *Alveolina ovoidea*, Lam., alcanza un espesor que se acerca á 10 metros á corta distancia al S. de Pontils y en la cresta de la sierra de las Covas ó de las Tres Creus, junto á San Magi, donde se sobrepone directamente á la del triás superior. Con buzamiento septentrional inclinan sus bancos 20° entre la fuente de San Magi y Valdeperas; pasan de 50° en las márgenes del Gayá y cerca de Vallespinosa; pero en la sierra de las Tres Creus, sin perder su buzamiento, se encorvan y se desgarran con variedad de inclinaciones.

Entre estas calizas yace un depósito lacustre, no danés, sino también dependiente del mismo grupo numulítico, formado por margas rojizas y blandas, sobre que está edificado el lugar de Pontils, en el centro de un anchurón del valle que allí hay abierto. Sobre las margas yacen unas calizas rosadas, luego otras blanquecinas que encierran lechos muy delgados de lignito, y, por fin, otra marga de color heces de vino. En el contacto del lignito encontró el Sr. Vidal conchas de agua dulce y salobre, muy aplastadas, y entre ellas *Megistomastoma imbricataria*, Sandb.; *Planorbis Chertieri*, Desh., y *Melanoides* indet.

El carácter litológico de las calizas de alveolinas, entre las cuales tan especial yacimiento se intercala, no es el mismo, como sucedería si la reaparición de la tal caliza fuese debida á un efecto dinámico de los estratos. Advierte el Sr. Vidal que la caliza inferior, la más potente, es blanca cética, muy compacta, y en ella los numulitos son



difícilmente discernibles á simple vista, mientras que el banco superior es de una caliza impura, amarillenta, donde esos foraminíferos son muy visibles, lo cual demuestra que la reinvasión de las aguas marinas eocenas sobre los sedimentos lacustres se hizo en condiciones algo diferentes de las que habían presidido á la sedimentación de la caliza inferior.

Para expresar las relaciones estratigráficas de esta faja eocena con los terrenos á los cuales se sobreponen, tracé entre Viure y Vallespinosa el corte que se dibuja en la figura 20, pasando al S. de la sierra de San Miguel:

- 1.—Pizarras y cuarcitas silurianas.
- 2.—Areniscas rojas y pudingas del trias inferior.

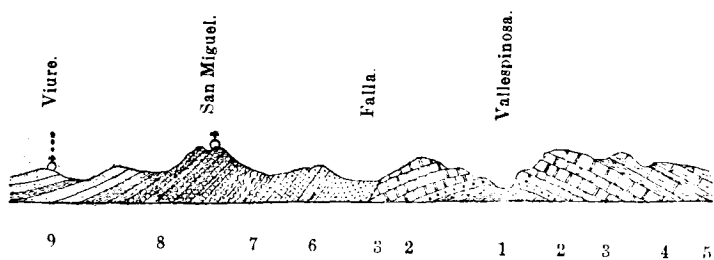


Fig. 20.—Corte entre Viure y Vallespinosa.

- 3.—Calizas tabulares del muschelkalk.
- 4.—Arcillas yesíferas del keuper.
- 5.—Calizas dolomíticas del trias superior.
- 6.—Faja del eoceno inferior compuesta de los bancos de caliza con alveolinas y miliolitos, entre los cuales se intercala la zona rojiza lacustre que atribuí por su facies al garunnense.
- 7.—Calizas arcillosas y margas azuladas del eoceno medio.
- 8.—Conglomerados y arcillas alternantes del supranumulítico.
- 9.—Molasas y margas sabulosas que, según el Sr. Vidal, deben descender del mioceno lacustre al oligoceno.

A 200 metros más al E. de la línea del corte asoma entre estas

últimas una fajita arcillosa, compacta, en la longitud de 500 metros, con un ancho de 40, probablemente eocena.

Con el corte de la figura 21, trazado por el Sr. Vidal á poca distancia del anterior, se completa la explicación del eoceno de esta provincia.

- 1.—Calizas tabulares del muschelkalk.
- 2.—Caliza compacta de miliolitos y alveolinas.
- 3.—Marga roja.
- 4.—Caliza rósea.
- 5.—Marga roja.
- 6.—Caliza lacustre blanquecina con lignito.
- 7.—Banco de ostras cubierto por un lecho de pudinga.

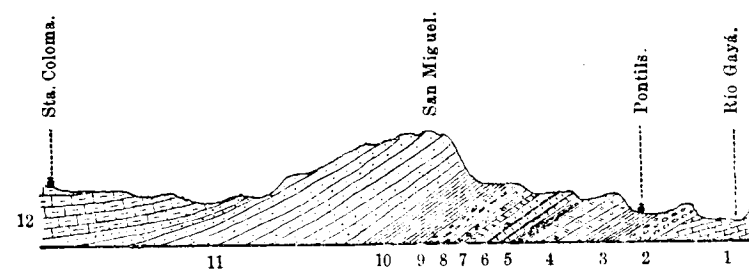


Fig. 21.—Corte de Santa Coloma de Queralt á Pontils, según el Sr. Vidal.

- 8.—Caliza margosa con miliolitos y alveolinas.
- 9.—Margas azules con *Num. atacica*.
- 10.—Margas azules con *Serpula spirulæa*.
- 11.—Gonfolitas y margas rojizas.
- 12.—Margas rojizas, molasas y calizas.

Las calizas róseas de la base del eoceno se muestran también en Montblanch, donde no asoman ó faltan por completo las margas y la formación lacustre.

Entre las especies fósiles del barranco de las Mallas, á la izquierda del Gayá, y de los de Francisquet y de Tous, al N. de Pontils, se encuentran las siguientes, además de las ya citadas: *Calcarina calci-trapoides*, Gold.; *Nummulites Ramondi*, Defr.; *N. Lucasana*, Defr.; *N. perforata*, Orb.; *Heliastrea Beaudonissi*, Haime; *Stylocænia Vi-*

*varyi*, Haime; *Rhabdocidaris serrata*, Arch. sp. (radiolas y fragmentos); *Cidaris acicularis*, Arch. (radiolas); *C. striatogranosa*, Arch. (radiolas); *Laganum hispanicum*, nov. sp.; *Echinolampas dorsalis*, Agass.; *Cellaria minuta*, Arch.; *C. distans*, Arch.; *Vincularia fragilis*, Defr.; *Eschara ampulla*, Arch.; *Idmonea Petri*, Arch.; *Pustulopora Labati*, Arch.; *Lunulites punctatus*, Leym.; *Terebratulina (Terebratulina) tenuistriata*, Leym.; *Vulsella falcata*, Gold.; *Pecten subtripartitus*, Arch.; *Chama latecostata*, Desh.; *Cardium Bonelli*, Bell.; *Cardita minuta*, Leym.; *Lucina sulcosa*, Leym.; *L. pendjabensis*, Arch.; *L. Vicaryi*, Arch.; *Crassatella subrotunda*, Bell.; *Cyprina transversa*, Arch.; *Corbula nicensis*, Bell.; *Anatina rugosa*, Bell.; *Solecurtus elongatus*, Bell.; *Tereolo Tournali*, Leym.; *Rostellaria Prestwichi*, Arch.; *R. fusoides*, Arch.; *Terebellum carcassense*, Leym.; *Nerita Schmideliana*, Chem.; *Natica patula*, Desh.; *N. sigaretina*, Desh.; *Trochus levisimus*, Bell. y *Turbo Buchii*, Arch.

A esas especies hay que agregar *Tellina praelonga*, Bell., y *Cyprina* cf. *Reussense*, Arch., recogidas por el Sr. Vidal.

Al eoceno superior, ó sea á la pudinga de Palassou, refiere el señor Vidal las masas de conglomerado de Ascó, y las sierras del Montsant y de San Miguel, advirtiendo, como así es, que el espesor de esta formación detrítica no es constante desde el Ebro al Montserrat (Barcelona), pues en estas tres sierras alcanza su mayor potencia, y disminuye en los intervalos, hasta desaparecer, por su transformación lateral en areniscas y arcillas rojas. » Estas irregularidades, agrega, provienen de la naturaleza misma de estos depósitos, que adquieren su mayor desarrollo en las desembocaduras de los valles torrenciales que bajaban del S. y del E., arrastrando hasta la gran depresión lagunar del Ebro los materiales detríticos arrancados á las cadenas del litoral. » Este macizo litoral debía extenderse grandemente del lado del E. y del S. sobre parte de lo que es mar Mediterráneo actual; y conforme observó E. Suess, la costa actual de esta parte de España es el resultado de una fractura seguida de hundimiento de la mayor parte del territorio que suministró esta inmensa aglomeración de cantos calizos.

### ARTÍCULO III

#### REGIONES MEDITERRÁNEA Y MERIDIONAL

No se presenta el eoceno del SE. y Mediodía de España en manchas tan continuadas como las de la región pirenaica, sino más bien en fajas irregulares y en islotes diseminados entre otras formaciones. Según observó Verneuil, en esta parte de la Península no tienen las capas de los tramos superiores ese carácter litoral que se observa en las provincias limítrofes á Francia, pues en aquella las pudingas y las areniscas son muy escasas, y el sistema está principalmente representado por calizas duras, compactas, algo silíceas, con menos frecuencia tan arcillosas y tan marmóreas como en los Pirineos, alternantes con margas y maciños, entre los cuales no se ve tan clara la división en los tres tramos marinos anteriormente descritos, faltando por completo la serie lacustre. Muchas de esas calizas, ya grises, ya rojizas, son tan parecidas á las titónicas, sobre todo en Andalucía, que sin los caracteres paleontológicos serían sumamente difíciles de distinguir.

Las montañas eocenas no avanzan mucho en lo interior de estas regiones, y contribuyen, tanto como las de la serie secundaria con las cuales se apoyan, á los rasgos orográficos más salientes de las comarcas más pintorescas. Estas circunstancias son especialmente notables en la provincia de Alicante, una de las más bellas de la Península.

#### ENUMERACIÓN DE LAS MANCHAS

MANCHITAS BALEARES.—Asojando unas entre el mioceno, superpuestas otras al jurásico y al cretáceo, en contacto otras con el trias y el cuaternario, hay en Baleares más de 40 manchitas eocenas, casi todas en Mallorca, sumando unos 480 kilómetros cuadrados de ex-

tensión. Entre las enclavadas en el mioceno, se cuentan: una entre Muro y Sineu, otra entre Sineu y San Juan, otra entre Algaida y Llummayor, otra entre Llummayor y Porreras, que se sobrepone por el E. á un islote infracretáceo y por el S. á otro jurásico. Entre las asociadas á estos dos últimos sistemas, se hallan: cinco en las inmediaciones de Inca, otra al N. de Binisalem, tres en las cercanías de Alaró, nueve al NO. de Palma, otra al S. de Calviá, dos junto al cabo del Llam, otras dos á P. de Audraitx, otra al SO. de Alcudia, dos en las cercanías de Manacor y otra en Cas Concos.

Se reduce en Ibiza el sistema á un islote de pocas hectáreas que se sobrepone al infracretáceo junto á la punta de Serra, en el extremo septentrional de la isla.

En la Cabrera hay junto al mar una manchita entre el cabo La-beche y el Calabaza, y otra entre este último y el Falcó, llegando á lo sumo á un quilómetro cuadrado de extensión entre ambas.

**MANCHA DE ALCOY.**—La mancha más importante de esta región es aquella en que está edificada la ciudad de Alcoy, extendiéndose en 80 quilómetros de longitud, y con una extensión de 955 quilómetros cuadrados desde las inmediaciones de Villena y de Jijona hasta Denia, siendo el pico de Aitana (1558 metros) su punto más culminante. Sus límites septentrionales tocan al cretáceo desde Biar hasta el pie de la sierra Mariola, al mioceno desde este último hasta Concen-taina, después al diluvial hasta Planes, otra vez al cretáceo entre Planes y Pego, y por fin al diluvial desde Pego hasta las costas de Denia. La mancha cretácea que hay al S. de esta ciudad la limita por el E. hasta Bolulla, entre este pueblo y Jijona la toca por SE. el triásico, entre Jijona é Ibi la limita al S. el mioceno, reapareciendo el triásico en su contacto por su extremo del SO.

Hay que advertir, sin embargo, que, según observaciones recientes que hemos efectuado, el límite meridional de esta mancha avanza mucho más hacia la costa desde Benidorm á Villajoyosa, y por el término de Aguas al S. de Busot, prolongándose por Agost una faja muy fosilífera que cruza al pie del pico Maigmó y penetra en los términos de Novelda, Elda, Monóvar, etc.

**MANCHA DE MULA.**—Entre Cieza (Murcia) y Huéscar (Granada) se extiende una mancha sumamente irregular, formada de dos ramas principales. La más septentrional comienza entre el infracretáceo y el jurásico por las vertientes de la sierra Sagra, al N. de la Puebla de Don Fadrique; avanza por el N. hasta Vizcable y Benizar; se halla en contacto con el mioceno al S. de Tazona, y con el aluvial entre Moratalla y Calasparra, donde toca también el triásico, hasta ocultarse debajo del mioceno, entre Calasparra y Cieza, cerca de las márgenes del Segura.

La rama meridional es de contornos sumamente irregulares. Comienza al O. en contacto del plioceno de los Campos de Bugéjar, entre Huéscar y María, á través de varias manchas cuaternarias, jurásicas, triásicas y miocenas, tanto por el lado del N. como por el opuesto, y limitándola por el E., entre Cieza y Totana, la principal mancha miocena de las provincias de Murcia y Alicante, que se describirá en el capítulo siguiente. Vélez-Rubio, Mula, Cieza, Calasparra, Ballas, Pliego y gran número de caseríos y cortijadas se hallan en esta mancha, que sobresale en las sierras del Oro, de Ricote, Campo del Cajitán, Pedro Ponce, Espuña (1584 metros), de las Cabras, de la Gitana, del Cerezo, Cuevas de Jaén y otras.

**OTRAS MANCHAS MURCIANAS.**—Entre Cieza y Pinoso (Alicante) una muy irregular, en figura de  $\pi$ , sobresale al N. de Fortuna en las sierras de la Pila, de Quivas, de la Espada y del Cantón. Al O. y al N. la limita el diluvial, y por los opuestos rumbos la gran mancha miocena de Novelda, abarcando entre ésta y una de las ramas de aquella un islote jurásico. Más al NE. de la misma asoma entre el diluvial otro eoceno que, en profundidad, estará seguramente unido á la principal.

**OTRAS MANCHAS ALMERIENSES.**—Sobrepuestas al cambriano hay tres manchitas entre Vélez-Rubio y Campillo, al E. de Chirivel, en otro tiempo unidas al remate SO. de la mancha de Mula, antes que los continuados derrumbios las disgregasen.

**ISLOTE DE MONTEFRÍO.**—Entre Montefrío (Granada) y Alcalá la Real

(Jaén), un islote eoceno toca al mioceno por el N., al triás y al jurásico por el NE. y al infracretáceo en los demás rumbos.

**OTRAS MANCHAS GRANADINAS.**—En el extremo oriental de la provincia, entre las dos terminaciones occidentales de la gran mancha de Mula (Murcia), aparece un islote alargado de N. á S., en contacto á L. con el jurásico y á P. con el diluvial. Otra mancha se marca entre Campotejar y Alicún de Ortega, rodeada al O. por el jurásico y en los demás rumbos por el diluvial, con un islote, también jurásico, en Pedro Martínez, y otro en el citado Alicún. Más al S. asoma en Moreda, entre el cuaternario, otro islote; y en los confines con la provincia de Málaga, por las vertientes occidentales y septentrionales de la Sierra Gorda, corta la carretera de Loja otra entre el jurásico, acompañada de otras dos más pequeñas.

**MANCHA DEL GUADAJÓZ.**—En su parte media atraviesa el río Guadajoz, entre Alhendin y Castro, una gran mancha alargada, que desde la margen izquierda del río Blanco y de las sierras de Estepa se prolonga por la parte meridional de las provincias de Córdoba y de Jaén hasta rematar á P. de Torrequebradilla.

Las formaciones secundarias de Estepa y Casariche, y los aluviones del Genil, la cercan por el O.; el mioceno del Guadalquivir la limita por el N. desde Marinaleda hasta su remate oriental, por cuyo lado toca un islote triásico y el infracretáceo de Mancha Real. No es posible comprender sus confines meridionales sin tener el Mapa geológico á la vista, á causa de los infinitos entrantes y salientes que otras diversas formaciones hacen en esta mancha, la cual llega al infracretáceo, al S. de Pedrera; al mioceno, entre La Roda y Palenciana; avanza al SE. diversamente ramificada hasta Antequera y Archidona; penetra con varios apéndices hasta Rute y Zuheros; continúa al NE. por Lucena, Cabra y Doña Mencía; desde esta villa remata sus linderos con el infracretáceo hasta las inmediaciones de Martos; con el triás desde Martos hasta Torre del Campo; con el jurásico y el cretáceo hasta Jaén, y con el infracretáceo otra vez entre Jaén y Mancha Real.

Diferentes islotes de otras formaciones ya descritas se incluyen en esta mancha tan irregular.

**OTRA MANCHA DE JAÉN.**—Al NO. de Huesa, rodeada al S. por el infracretáceo y en los demás rumbos por el jurásico, cruza el Guadiana Menor una manchita de secundario interés.

**OTRA MANCHA CORDOBESA.**—Alrededor del islote mioceno en que se alzan las casas de Fuente Tójar, hay otro eoceno limitado al E. y al O. por el triás, al N. y S. por el jurásico, alineados todos en fajas paralelas.

**MANCHA DE MEDINA-SIDONIA.**—La principal mancha gaditana se extiende entre Jerez y Tarifa, comprendiendo varias fracciones de las provincias de Cádiz, Málaga y Sevilla. El mioceno con algunas manchitas triásicas no bien definidas todavía, y que tal vez son también terciarias, la limitan por el N. desde Jerez hasta la sierra del Asuar, á partir de la cual, en dirección á Villamartín y Puerto Serrano, arranca de ella una faja estrecha que remata en el jurásico de las sierras de Montellano y Algodonales. Desde ésta comienza su confin oriental en contacto del triás por Puerto Serrano hasta Prado del Rey, donde rodea un islote infracretáceo; toca otra vez al triás entre El Bosque y Ubrique; al jurásico desde Ubrique á Gaucín, donde se halla en contacto con el siluriano, y después de rodear el islote jurásico, remata al N. de Estepona, entre los pórfidos y el estratocristalino por un lado, el plioceno y el jurásico por otro, terminando en las orillas del mar. Por el S. la rodea el Estrecho de Gibraltar con los islotes pliocenos de San Roque y de Vejer, y al O. la ocultan varias manchas aluviales y pliocenas entre Conil y Jerez de la Frontera. Varios isleos ofíticos, triásicos é infracretáceos ya descritos, quedan comprendidos dentro de esta mancha, que es de las más importantes de la Península.

**MANCHA DE EL CASTOR.**—Entre El Castor y Ronda, al NE. de Grazalema, asoma otra mancha limitada al E. por el mioceno, al S. y O. por el jurásico y al N. por este último, el triás y el mioceno.

**OTRAS MANCHAS MALAGUEÑAS.**—Una mancha sumamente irregular se extiende por la provincia de Málaga con multiplicados ensanches y estrecheces entre todas las demás formaciones más antiguas y modernas que constituyen el Mediodía de la Península, abarcando á su

vez gran número de isotillos de aquéllas. Tres ramas principales la componen: la mayor, alineada de O. á E., cruza desde Alora por Colmenar hasta Viñuela y Alaucín, donde toca su remate oriental el estrato-cristalino, hallándose limitada al N. por el jurásico y al S. por el siluriano. Otra rama contournea desde Alora la sierra de Carratraca y se desvia al NO. entre Ardales y Campillos, recortada sinuosamente por el jurásico al O., por el triás al N., por ambos y el mioceno al E. La tercera rama cruza á P. del citado Alora, avanza al S. hasta Coin en contacto con las formaciones más antiguas y se dobla á escuadra hacia L. hasta Churriana, limitándola en su remate los aluviones del Guadalhorce.

Entre el jurásico de Cortes de la Frontera se marcan otros dos isotillos; al NO. de la sierra de Tolox y en El Burgo hay otros dos comprendidos entre el mismo jurásico y la faja siluriana que hay más al S., y, por fin, otros dos entre Málaga y El Palo.

**OTRAS MANCHAS SEVILLANAS.**—Otras manchas eocenas asoman al S. y SO. de Osuna. La principal se extiende entre La Puebla de Cazalla y El Rubio, limitada al N. por el mioceno, al E. por los aluviones del río Blanco, y en los demás rumbos por el triás, sobre el cual yacen otras siete manchitas por los términos de dicha Puebla, Morón, Villanueva de San Juan, El Saucejo, Algámitas y Pruna.

**OTRAS MANCHAS GADITANAS.**—Cercada por mioceno se halla una mancha entre Jerez y Puerto de Santa María; otra sobresale en la sierra de Gibalbín, á mitad de camino de Arcos y Lebrija (Sevilla), y otra, rodeada del plioceno, forma la sierra Carbonera entre San Roque y Gibraltar.

#### DATOS LOCALES

##### Baleares.

Tres edades ó tramos eocenos diferentes considera Hermitte en la isla de Mallorca: eoceno inferior de formación lacustre, eoceno medio y eoceno superior. Admitiendo que el primero deba realmente

incluirse en la serie terciaria, no puede menos de recordarnos los yacimientos de formación de agua dulce con que termina la serie cretácea en Aragón y Cataluña; pero la falta de especies comunes y la presencia de otras terrestres, incuestionablemente eocenas en diversos puntos del continente, nos obliga á reconocer como buenas las determinaciones stratigráficas y paleontológicas de Hermitte, y encontrar en esa formación el equivalente de las capas con *Bulimus Gerundensis* del Principado.

**EOCENO INFERIOR LACUSTRE.**—Marmora y Bouvy fueron los primeros geólogos que estudiaron los lignitos de Binisalem con conchas lacustres, y pensaron que esas capas formaban parte del cretáceo inferior. Posteriormente, Haime las supuso posteriores á la caliza numulítica <sup>(1)</sup>, error que dos años después combatió Bouvy <sup>(2)</sup> y rectificó Marés <sup>(3)</sup>, pensando este último que tales lignitos son equivalentes de los de Faveau (Bocas del Ródano), esto es, representantes en Provenza de la parte superior del cretáceo.

Nuestro compañero D. Luis M. Vidal aseguró que tales lignitos ocupan la parte inferior del eoceno <sup>(4)</sup>, opinión que confirmó Hermitte, agregando que á comienzos del terciario existió en el centro de Mallorca un lago cuyo diámetro máximo era de unos 80 kilómetros, constituyendo después un depósito que mide hasta 70 metros de espesor. Esta formación, compuesta de margas en la base y calizas en la parte superior, descansa siempre sobre el neocomiense, sirve de apoyo en unos puntos al numulítico y en otros al mioceno, y encierra especies lacustres y terrestres, que, si bien en corto número, no se han encontrado en otros sitios de Europa.

Lo que más ha contribuido á llamar la atención hacia este depósito es la intercalación entre esas rocas de unas capas de lignito que desde hace medio siglo se vinieron explotando en Binisalem y en Sel-

(1) *Notice sur la géologie de l'île Majorque. Bull. Soc. géol. de France*, 2.<sup>a</sup> série, tomo XII, pág. 739.

(2) *Ensayo de una descripción geológica, etc.*

(3) *Aperçu général sur le groupe des îles Baléares y sur leur végétation.*

(4) *Bol. Mapa geol.*, tomo VI.

va. Además de este depósito lacustre en el centro de la isla, hay otros idénticos en los extremos oriental y occidental.

En los alrededores de Binisalem y la Selva los asomos de las hileras lacustres son bastante raros, pues en general quedan ocultos por escombros de muchas labores mineras y por tierras de acarreo, asomando tan sólo una caliza fétida que acompaña a los lignitos. Por esa comarca, el contacto de esa formación con el neocomiense únicamente se observa en las inmediaciones de Lloseta, principalmente en la colina en que se halla la mina de Biniamar, donde hay el desmonte de una galería.

La zona ocupada por los lignitos se extiende desde las cercanías de Alaró hasta Campanet, en una longitud de 16 kilómetros, elevándose muy poco las capas sobre el nivel general de la llanura. La base

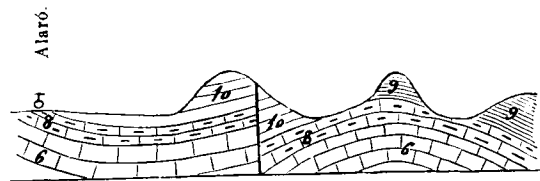


Fig. 22. —Corte al S. de Alaró, según Hermitte.

de la escarpada colina que está cerca de Son Palou, entre Alaró y Consell, está formada por arcillas y calizas neocomienses; a la mitad de la ladera asoman calizas grises fajeadas y fétidas, margas grises y amarillas y calizas concrecionadas amarillentas, y la cumbre está constituida por otras calizas compactas grises, inclinadas 50° al S. En las capas de la parte media se encuentran *Melania Duthiersi*, Herm.; *Bulimus Alaróensis*, Herm.; *Phyllites* e impresiones de helechos. En la ladera opuesta del mismo vallejo las calizas fétidas y margas grises eocenas miden 15 metros de espesor con lechos de lignito, y se sobreponen a ellas las calizas grises compactas que suman 10 metros.

La figura 22 representa un corte a poca distancia al S. de ese punto, en que las capas están desgarradas por una falla, viéndose que á

un lado de ésta, cerca de Alaró, las calizas numulíticas, 10, se apoyan directamente sobre las neocomienses, 8, mientras que por el lado opuesto el eoceno lacustre, 9, debió quedar fuera de las aguas antes de depositarse el numulítico.

En las colinas que se extienden al N. de Binisalem hacia Lloseta, los estratos yacen como indica la figura 23, que representa un corte cerca de la torre de Orrach. Sobre las calizas oxfordiense, 6, marmórea con *Am. transitorius*, 7, y margosa neocomiense con *Crioceras Duvalii*, 8, se extiende el eoceno lacustre, 9, con unos 15 metros de grueso, compuesto de caliza fétida y margas amarillentas, á las que cubre con 25 metros de espesor la caliza compacta gris numulítica, 10.

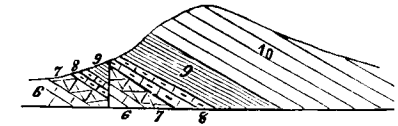


Fig. 23. —Corte por la colina de Orrach, según Hermitte.

Análoga disposición estratigráfica se observa junto á la antigua mina de Bellever, donde, por una falla, yacen los lignitos más altos que en la entrada de las labores subterráneas. Allí se han recogido *Nerium Balearicum*, Herm.; *Melanopsis pyrquleformis*, Herm.; *M. Majoricensis*, Herm.; *Valvata Landereri*, Herm.; *Melania Duthiersi*, Herm.; *Clausilia Beaumonti*, Haime; *Planorbis Maresi*, Herm.; *Helix carbonaria*, Herm.; *Bulimus Bouvy*, Haime, y otros restos de *Chara*, *Lymnea*, escamas y coprolitos de cocodrilo.

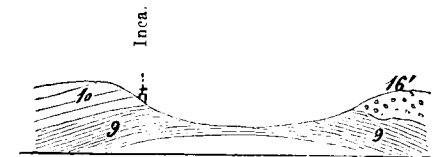


Fig. 23. —Corte por Inca, según Hermitte.

Igual sobreposición se nota cerca de la mina de Can Pe Antoni, inmediata á Son Girony.

Las galerías de la mina *Fortuna* atraviesan las calizas fétidas, alternantes con arcillas blancas, plásticas y lechos de lignitos, alguno de éstos de medio metro de espesor, coronando la serie una masa de calizas compactas de 40 metros de grueso.

Probablemente pertenecen también á la formación lacustre las

margas grises que cerca de Lloseta se intercalan entre el eoceno y los conglomerados numulíticos, las margas de Inca y las que contienen *Helix* en la llanura de Binisalem. Esas margas de Inca pasan de 25 metros de espesor, las cubren al N. los conglomerados numulíticos, 10, y al S. los cuaternarios, 16, según se indica en la figura 24.

También alcanzan bastante espesor las margas con *Helix*, de Binisalem.

Las galerías de la mina de Biniamar, al N. de Lloseta, atraviesan un espesor de 12 metros de calizas y lignitos, y en ellas se han recogido *Neritina Munieri*, Herm., y *Melania Duthiersi*, Herm.

En los alrededores de Selva es donde la formación lacustre alcanza más extensión, y las antiguas labores de las minas de lignito, hoy abandonadas, suministraron una fauna muy notable de moluscos terrestres y fluviales. Entre Selva y

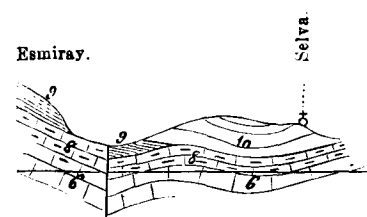


Fig. 25.—Corte de Esmiray a Selva, según Hermitte.

la fábrica de Bonassé, las capas, ligeramente onduladas, se apoyan sobre el neocomiense, sucediéndose con este orden ascendente:

1.—Caliza blanca y fétida = 4,50 metros.

2.—Caliza con impresiones de *Valvata Landereri* = 4,50 metros.

3.—Marga con guijo calizo = 0,20 metros.

4.—Caliza oscura y fétida = 4,50 metros.

En la colina que media entre Esmiray y Selva se extienden las calizas y conglomerados numulíticos; y frente a la antigua mina de lignito de Esmiray, al otro lado del valle de Mancor, hay una colina de 100 metros de altura, en la base de la cual se descubre la caliza margosa neocomiense, y sobre esta se suceden la gris fétida con fósiles lacustres y la gris azulada compacta numulítica. Siguen las capas la pendiente del terreno, como se indica en la figura 25, marcándose uno de tantos ejemplos del abarrancamiento ocurrido después de formarse estos depósitos lacustres.

A L. de Caimari, cerca de la masía de Binixiri, miden de siete a

ocho metros las calizas fétidas lacustres, intercaladas entre el neocomiense, 3, y los conglomerados numulíticos, 10.

Esta formación lacustre tiene gran desarrollo por el centro de la isla. En las inmediaciones de Sineu, en dirección a Petra, corta el ferrocarril, en unos 500 metros de longitud, un depósito de 15 metros de grueso formado de margas grises y calizas sabulosas amarillentas, a las que se sobreponen otras calizas fétidas que contienen *Paludestrina Hidalgoi*, Haime, y *Valvata Landereri*, Herm., y que también se observan en las cercanías de Sineu. Las colinas que hay al S. de este pueblo pertenecen a la parte superior de esta formación, que consiste en unas calizas blancas ó grisáceas, compactas y fétidas, con riñones de pedernal rojos y negruzcos, las cuales están cortadas

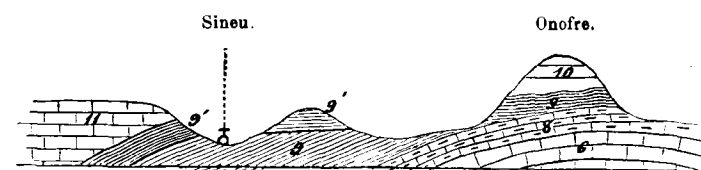


Fig. 26.—Corte de Sineu a Onofre, según Hermitte.

en la planicie que media entre San Juan y Sineu. Por ésta se extienden las margas desde Sineu hasta el cerro de Onofre.

Los cerrejones que sobresalen en la llanura situada al S. de Sineu, cerca del camino de San Juan, presentan de abajo arriba:

1.—Margas grises con alternación de lechos calizos yesíferos, gris-amarillentos, y un banco de arenisca verde micáfera, que se parece mucho a ciertas areniscas del devoniano de Menorca. Guijas de la misma se encuentran en las capas miocenas = 55 metros.

2.—Caliza blanca y fétida, que corona el cerrejón = 10 metros. En esta parte de la isla el eoceno inferior sufrió una denudación enérgica antes de que se depositase el numulítico.

En el cerro de Onofre se muestra la sucesión siguiente (fig. 26):

3.—Calizas margosas compactas, blancas, neocomienses.

9.—Margas grises lacustres del eoceno inferior.

10.—Caliza numulítica.

## 11.—Mioceno.

Marchando de allí hacia Sineu, se observa la disposición siguiente:

9.—Margas grises.

9'.—Caliza lacustre.

## 11.—Mioceno medio.

Comparando estos dos puntos, se ve que en el cerro de Onofre la denudación barrió por completo la parte superior (9') de la formación lacustre antes de que se verificara el depósito de las calizas numulíticas, que en Sineu aparece bien representado, y que al N. de este último pueblo faltan esas calizas numulíticas, y las capas miocenas se apoyan sobre las lacustres en estratificación discordante.

Cerca de Sineu las margas grises del eoceno inferior inclinan al N., intercalándose de este modo los conglomerados y calizas:

1.—Margas grises = 15 metros.

2.—Calizas grisáceas = 0,60 metros.

3.—Conglomerados = 0,50 metros.

4.—Margas grises = 1 metro.

5.—Conglomerados = 5 metros.

6.—Margas grises = 5 metros.

Marchando hacia Costix, las calizas grumosas miocenas se apoyan directamente sobre la parte superior de la formación lacustre sin la intercalación de las calizas numulíticas, lo cual denota que los depósitos lacustres habían ya surgido de las aguas en ciertos parajes cuando se verificaba en otros la formación de las calizas numulíticas; y este hecho concurre á demostrar la completa independencia estratigráfica de estas dos formaciones.

La superficie, desprovista de calizas numulíticas, tiene la forma de un islote, alineado al NE. por los lugares de Muro, Santa Margarita, Sineu y Pina.

Cerca de Son Mas, entre la cadena principal y Muro, sobre el camino de Luca á Alcudia, las calizas lacustres miden un metro de espesor y se intercalan entre dos fajas de margas amarillas de tres á cuatro metros de grueso cada una.

A L. de Muro, por bajo de las calizas blancas miocenas, aparecen unas margas blancas y amarillas, que también deben ser de la formación lacustre, y las cuales, con espesor de una decena de metros, se hallan por bajo de los molinos de viento de Muro.

La colina situada frente al cerro de Morro, en el camino de Son Porreras, ofrece los siguientes estratos:

1.—Arenisca blanco-amarillenta de elementos poco discernibles.

2.—Margas lacustres amarillentas claras, con fajas delgadas de arenisca negra y azulada, muy compacta y micáfera, de pasta homogénea y elementos poco discernibles = 20 metros.

5.—Caliza miocena formando escarpa = 6 metros.

Los números 1 y 2 corresponden al eoceno inferior.

A un kilómetro de Muro, en el paraje llamado Espinera, en medio de las margas, se cortó al abrir un pozo un lecho de lignito.

Las margas inferiores á la caliza de Muro se hallan con gran desarrollo en la llanura que se extiende entre Son Porreras, Son Lleix, Son Alba, Can Ferrá y las colinas unidas al cerro de Morro.

A la entrada de Santa Margarita, marchando desde Muro, el camino corta la formación lacustre en 200 metros próximamente de largo, inclinándose 20° al S. las capas, que se suceden con el orden siguiente:

1.—Margas calizas blanquecinas = 10 metros.

2.—Caliza compacta blanquecina = 0,20 metros.

3.—Margas amarillas = 0,70 metros.

4.—Margas negruzcas ligníferas = 0,50 metros.

5.—Calizas grisáceas con concreciones silíceas = 2 metros.

6.—Margas blanquecinas y calizas margosas = 6 metros.

7.—Arcilla lignífera = 0,05 metros.

8.—Margas amarillentas = 1,50 metros.

9.—Lechos ligníferos = 0,15 metros.

10.—Margas blanquecinas = 4 metros.

11.—Margas negruzcas con fósiles lacustres y travertinos calcáreo-margosos, con un *Helix* que recuerda el de las margas de Binsalem y planorbis indeterminables.



12.—Caliza grisácea, fétida, tabular, con *Chara* y pequeñas planorbias.

15.—Lechos de pedernal negro, á los que cubren unos depósitos removidos de margas y guijas.

Las capas 1 y 2 pertenecen al neocomiense, y las 11, 12 y 15 tienen pocos metros de espesor.

Al E. de Santa Margarita se ven, por bajo del Molino, las margas negruzcas lignitíferas, cubiertas por las calizas tabulares que yacen próximamente horizontales, y al SE. del mismo pueblo las hiladas inclinan al S., sucediéndose de este modo:

1.—Margas azuladas en la base, amarillentas en la parte superior, con *Paludestrina Hidalgoi*, Herm., y gran número de impresiones de raíces perpendiculares á la estratificación = 2 metros.

2.—Margas blancas y amarillentas sin fósiles = 25 metros.

5.—Caliza silicea muy semejante en la parte inferior á las de Muro y con grandes cantos de pedernal.

En un pozo abierto á 400 pasos de la colina, por debajo de las margas blancas con fósiles lacustres, se cortó un banco de dos metros de

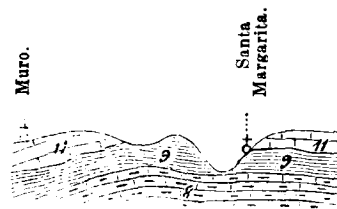


Fig. 27.—Corte de Muro á Santa Margarita, según Hermitte.

arcillas lignitíferas con fósiles de agua dulce; y en otra colina situada al N. de este paraje, se hallan también margas grises acompañadas de conglomerados.

Entre Muro y Santa Margarita (fig. 27) el mioceno medio, 11, se apoya directamente sobre el eoceno inferior, 9, sobrepuesto al neocomiense, 8; y en la salida del segundo pueblo por el camino de Sineu, sobre calizas con los mismos gasterópodos lacustres y nódulos silíceos, también se apoyan las miocenas.

Aparece en Escollet un asomo de margas azuladas, fétidas, del nivel de los lignitos; y cerca de Son Terrassa, junto al camino de Muro á Sineu, un pozo cruzó en la parte superior las margas amarillentas, y más abajo otras margas ligníferas con planorbias del grupo del

*P. corneus*. También existen en este punto las capas de *Paludestrina Hidalgoi*, Herm., y las que contienen *Helix*. La cumbre de un cerro inmediato á este pozo está formada por calizas fajeadas, blanquecinas ó parduzcas, de olor fétido, que miden un espesor de 15 metros próximamente, y las cuales, cerca de Son Perrot, á la derecha del camino, inclinan al SO., asomando con igual buzamiento junto á Son Vaurell. En esta parte de la isla miden estas calizas lacustres superiores unos 400 metros de espesor, y es frecuente que contengan riñones de pedernal negruzcos ó rosáceos.

Entre Muro y Sineu (fig. 28), sobre las calizas neocomienses, desgarradas por fallas y dobladas en un anticlinal, yacen concordantes las capas 9 del eoceno lacustre inferior, las 9 del eoceno lacustre superior y las miocenas 11.

En Son Servera, entre Pina y Llorito, se ven, por bajo de las ca-

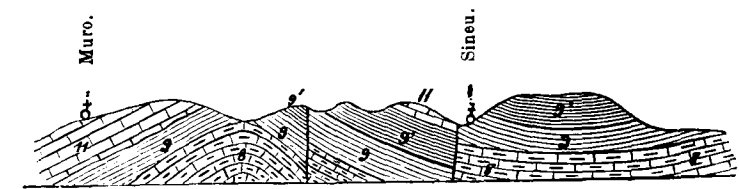


Fig. 28.—Corte de Muro á Sineu, según Hermitte.

pas miocenas, calizas con impresiones de *Paludestrina Hidalgoi*, Herm., y después margas blancas.

En la cumbre del cerrito de Son Nadal, entre Manacor y Son Llorenz, las calizas grises, fétidas, de pasta fina, con porciones menos homogéneas, presentan cavidades debidas á vaciados de cipris, planorbias, limneas, *Paludestrina Hidalgoi* y *Valvata Landereri*, Herm. Ciertos bancos están formados por calizas silíceas, gris-negruzcas, fajeadas, con manchas, en algunos puntos, de ópalo azulado, y otras llenas de estrechos tubitos que pasan á un travertino.

Por bajo de dichas calizas se descubren las margas con ocho metros de espesor, y sirvieron de playa al mar mioceno los terrenos secundarios que hay al N. de ese pueblo. En el extremo occidental de

la isla, á poca distancia del mar, entre Sa Raco y Can Toni Llaró, asoman con dos metros de altura las calizas oscuras en el interior y blancas en la superficie, con señales de fósiles, comprendidas entre las margosas neocomienses y los conglomerados numulíticos.

**EOCENO MARINO ó NUMULÍTICO.**—Dos edades ó tramos distinguió Hermitte en el numulítico de Mallorca: uno que llamó *eocono medio* y que puede corresponder con el tramo inferior de las provincias cántabro-pirenaicas, y el nombrado *eocono superior*, equivalente al tramo medio de estas últimas. El de los maciños del superior y el eocono superior lacustre faltan por completo, en compensación de ese depósito también lacustre de la base del sistema que se puede decir exclusivo de esta isla.

En esta última el espesor total del numulítico no baja de 150 metros, no habiéndose podido hacer un deslinde completo entre dichos dos tramos propuestos por Hermitte. Los asomos del que llama eocono medio son en corto número y no exceden de 40 metros de espesor, y el otro tramo adquiere mayor desarrollo.

El numulítico se reparte en estas cuatro comarcas de Mallorca que sucesivamente se explican: inmediaciones de Artá; cercanías de Alaró, Binisalem y Selva; alrededores de Palma, é inmediaciones de Randa.

En las inmediaciones de Artá, por cima de los depósitos lacustres del eocono inferior, yacen discordantes unas calizas con una fauna que las identifica á las capas de San Giovanni Harione, y que corresponden á la caliza tosca inferior de las cercanías de Paris. Este tramo está representado en la comarca balear por conglomerados y calizas que contienen muy pocas especies fósiles, y cuyas hiladas sólo aparecen en un limitado número de parajes, sea porque realmente no existan más que en ellos, sea porque, fuera de los mismos, se hallen cubiertas por otros depósitos más recientes. Es, además, muy difícil apreciar el contacto inmediato de las hiladas terciarias y cretáceas.

Sobre las calizas jurásicas, 6 (fig. 29), y neocomienses, 8, del cerro de la Consolación, yacen otras amarillas que se desagregan con

facilidad y que contienen gran abundancia de *Nummulites perforata*, d'Orb., y *N. Lucasana*, Defr., y trozos de equinos. Entre Sautañy y Felanitx, cerca de Cas Concós, esas mismas calizas tienen además el *N. Defrancei*, Arch.

A la derecha del camino de Felanitx á Mancor, las calizas son compactas, grises, ligeramente cristalinas, con venillas de espato calizo blanco, y encierran muchos orbitoides.

A 500 metros del cortijo de Son Sanchoz, con 10 metros de espesor, unos conglomerados sirven de base á las calizas muy compactas, azuladas, también fosilíferas.

Entre uno y dos quilómetros al O. de Alaró se suceden los siguientes estratos:

1.—Caliza neocomiense, blanca, resquebrajada en su parte superior.

2.—Caliza amarilla con *Num. Ramondi* = 2 metros.

5.—Caliza compacta, amarilla y azul = 1 metro.

4.—Caliza más dura que la anterior = 12 metros.

5.—Conglomerados.

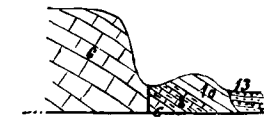


Fig. 29.

Los tres primeros niveles se ven en una cantera, y los otros dos asoman en la cumbre de una colina inmediata.

Cerca de Alaró las capas inclinan 50° al N., sobrepuestas con el orden siguiente:

1.—Caliza dura, negra, ligeramente arcillosa y sabulosa = 1 metro.

2.—Margas blancas y calizas margosas = 1,50 metros.

5.—Caliza gris, rugosa, con manchitas blancas, debidas á miliolitos y otras impresiones de fósiles = 7 metros.

4.—Conglomerados de cantos gruesos de caliza oscura = 5 metros.

En un cerro situado al S. de Alaró, los conglomerados alternan con capas de 0,40 á 0,50 metros de espesor de calizas grises, lige-

ramente granudas, duras, sembradas de puntitos amarillos y con fragmentos gris-negruzcos de las jurásicas compactas, granos de arena y de rocas eruptivas.

Los conglomerados que cubren el neocomiense miden un espesor de 40 metros en las colinas al O. de Alaró; pero á medida que se consideran puntos más distantes de la cordillera principal, ó sea de la antigua playa, van disminuyendo y son reemplazados por calizas. Hacia el S. de Cabrera faltan por completo, pues sólo hay calizas con *Nummulites perforata*.

Sobre los lignitos de la casa de Bellever (Binisalem), yacen con un espesor de ocho metros las calizas grises con numulitos y los conglomerados alternantes con otras calizas por la ladera septentrional de la colina de la misma casa.

En la parte inferior de estas capas, junto á la casa de Baños, entre Alaró y Binisalem, se encuentran *Nummulites striata*, Orb.; *N. Ramondi*, Defr.; *Janira Michelotti*, d'Arch.; *Pecten* aff. *corneus*, Sow., y dos especies de *Echinolampas* en una caliza arcillosa, ligeramente rugosa, compacta y dura, con manchitas blancas, debidas á las quinqueloculinas y los numulitos muy pequeños. Cerca de Binisalem, encima de la mina de Can Pe Antoni, sobre las calizas amarillas con numulitos alternan margas y conglomerados de elementos gruesos, los cuales en el camino de Lloseta á Alaró tienen un espesor de 15 metros.

Cerca de allí, á 50 metros del paso de nivel del camino de Inca con el ferrocarril, se suceden los siguientes bancos, inclinados 65° al Sur:

- 1.—Caliza gris amarillenta con numulitos = 5 metros.
- 2.—Margas blancas = 1 metro.
- 3.—Conglomerados de cantos gruesos = 1,50 metros.
- 4.—Caliza sabulosa amarilla y margas blanquecinas con hojuelas diminutas de mica = 1 metro.
- 5.—Caliza amarilla = 5 metros.
- 6.—Margas blancas = 6 metros.

Al N. de Inca, encima de las margas blancas del eoceno inferior,

yace un depósito grueso de conglomerado con inclinación hacia el N., lo que denota la existencia de un anticlinal.

Entre Inca y Santa Magdalena rara vez ofrece el eoceno claros asomos, y uno de éstos se encuentra en la cuesta de la ermita de Santa Margarita, donde se ven calizas margosas amarillas con *Lucina*, *Corbula* y *Cardita* indeterminables, quedando duda respecto de la verdadera edad á que corresponden.

Más desarrollado aparece el sistema en las cercanías de Selva y de Manacor; pero como aquí se sostiene el carácter de depósito de playa, los fósiles son muy raros, y sólo se hallan numulitos en el cerro que atraviesa el camino de Selva á Caimari, donde las calizas y los conglomerados miden bastante espesor. Por bajo de la iglesia de Selva se ofrece esta sucesión de capas, inclinadas 45° al S.:

1.—Margas sabulosas, blancas ó verdosas, con riñones calcáreos de 0,05 centímetros de diámetro, apoyadas sobre el neocomiense = 10 metros.

2.—Conglomerados y caliza amarilla en la cual aparecen lechos irregulares de guijas = 2,50 metros.

Marchando hacia L. los conglomerados disminuyen, de manera que á unos 50 pasos no se hallan más que las calizas.

3.—Caliza amarilla ó azulada, con frecuencia de textura arenácea, que encierra lechos de guijas y dientes de *Squalus* = 15 metros.

En la bajada hacia Inca se hallan asimismo calizas y conglomerados, con un espesor de 40 metros, y esos mismos depósitos se siguen en el camino de Selva á Manacor.

En Manacor, Biniarroy y Santa Lucía una masa de conglomerados, que mide 50 metros de espesor, contiene en su parte alta algunos bancos calcáreos, é igual formación se observa entre Biniarroy y Can Rafael, á una altitud de más de 400 metros.

En Esmiray y sus alrededores las capas lacustres yacen sobre el neocomiense, pero más al NO. desaparecen por completo; y siguiendo en dirección á Manacor, el eoceno medio descansa directamente sobre el cretáceo en las capas que se levantan á medida que se aproximan á Can Rafael, antes de llegar al cual se tropieza con una falla,

Entre Inca, Selva y Moscarí se extienden las calizas, los conglomerados y margas blancas análogas. Si se sale de Inca por el camino de Alcudia, cerca del molino de viento se descubren margas amarillentas; 200 pasos más allá las piedras sueltas son de caliza y de conglomerado, iguales á las numulíticas, y 500 metros más lejos aparecen las capas de que proceden apoyadas sobre unas margas amarillas, visibles en un espesor de 10 metros y que deben corresponder al depósito lacustre del eoceno inferior. Sobre esas mismas hileras descansan, á 500 metros de Son Mas, las calizas azuladas con *Numulites striata?* Dicho camino pasa, antes de llegar á Alcudia, entre dos montañas, que dejan ver los asomos de unas calizas y unos conglomerados que por su aspecto deben referirse al numulítico, y otros parecidos se observan cerca de Pollensa.

Al NO. de Palma, en las laderas del cerro de Santa Eulalia, el eoceno se compone como sigue:

- 1.—Calizas grises amarillentas = 1,50 metros.
- 2.—Margas grisáceas = 1 metro.
- 3.—Caliza gris amarillenta = 1,50 metros.
- 4.—Margas blanquecinas sabulosas = 5 metros.
- 5.—Calizas grises, rugosas, con granillos de arenas negros y blancos, los cuales contienen *Quinqueloculina*, *Cardium*, *Cytherea* y otros moluscos indeterminables. Ciertos bancos son compactos, semicristalinos; están llenos de numulitos (*N. striata?*, d'Orb., y *N. vasca?*, Joly et Leym.), y alternan con margas blancas = 15 metros.
- 6.—Conglomerado.
- 7.—Caliza compacta, gris ó negra, homogénea, con pajuelas de mica plateada, de granillos de cuarzo gris y cristalitos de pirita de hierro, transformado en hidróxido.

Los mismos bancos siguen á lo largo del cerro por bajo de Son Suredeta, inclinados al NO. y apoyados sobre el neocomiense, faltando el tramo lacustre del eoceno inferior. En un barranco por bajo de Son Taulera yacen, con 20 metros de espesor, unas calizas amarillas con numulitos y otras muy margosas, gris amarillentas, con coralaris, sobrepuestas también al neocomiense.

En Son Qual, por el camino de Valdurgent á Establiments, sobre la caliza gris amarillenta y terrosa, alternante con margas blanquecinas sabulosas en 10 metros de espesor, yace el conglomerado, que pasa de 15 metros de grueso.

En las inmediaciones de Galilea, á una altitud que se aproxima á la de Can Rafael (400 metros), aparecen conglomerados que, con altitudes más bajas, asoman en las cercanías de Calviá y el camino de Santa Ponsa á Poraza, acompañados de margas. Sobre las calizas margosas con amonitos yace en la casa de Torra la amarilla numulítica con ocho metros de espesor y los conglomerados sobrepuestos con cuatro metros. Estos últimos, junto al Camp del Mar, se apoyan discordantes contra las capas neocomienses que ahí formaron la playa del mar, donde los primeros se depositaron. El corte representado en la figura 30 indica estas relaciones, y muestra además, en la parte meridional, la antigua escarpa contra la cual iba á chocar el mar cuaternario. Más al O. alternan las margas sabulosas y las calizas amarillentas en un espesor de 25 metros, sobreponiéndose con otros 15 otra faja de conglomerados.

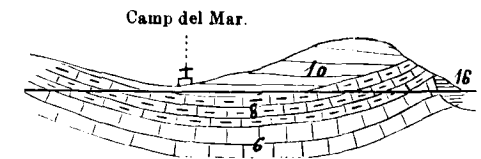


Fig. 30.—Corte por Camp del Mar, según Hermitte.

A unos 500 metros de Camp del Mar, junto á la costa, á consecuencia de un considerable bombeo del suelo se originaron dos sinclinales de poca amplitud. El oriental está lleno de depósitos cuaternarios, mientras que el occidental se compone de una alternación de margas, calizas y conglomerados numulíticos, que cerca de Santa Ponsa, en la escarpa de la Cala Blanca, se muestra como sigue:

- 1.—Conglomerado de cantos gruesos con muchas guijas de caliza gris negruzca = 2,50 metros.
- 2.—Caliza gris violácea = 1,5 metros.
- 3.—Calizas gris amarillentas y margas sabulosas amarillas = 12 metros.

- 4.—Caliza gris violácea, semejante á la del núm. 2.
- 5.—Conglomerado = 1 metro.
- 6.—Caliza amarillenta = 2 metros.
- 7.—Caliza gris blanquecina = 7 metros.
- 8.—Conglomerado = 2,50 metros.
- 9.—Calizas azuladas y amarillentas con margas = 6 metros.
- 10.—Caliza gris violácea = 6 metros.

Al NE. de este paraje, el camino de Andraitx á Palma atraviesa calizas y conglomerados idénticos.

Por las inmediaciones de Randa, entre Lluch Mayor y Porreras, á la altura de Son Fullana, las excavaciones de las tejerías que allí se encuentran ponen de manifiesto la sucesión siguiente de capas eocenas fuertemente inclinadas:

1.—Caliza gris compacta y dura con *Nummulites contorta*, Desh.; *Orbitoides*, *Terebratulina tenuistriata*, Leym.; *Pecten* aff. *corneus*, Sow.; *Janira Michelotti*, Arch., y *Ostrea Brongniarti*, Bronn. Respecto de esta última especie, advierte Hermitte que, si bien aparece también en el eoceno superior de Biarritz y de Italia, abunda mucho más en el mioceno inferior del Vicentino y de la Liguria.

2.—Caliza dura, á trechos margosa ó friable, con granos de arena ó de glauconia, y en la cual se ven impresiones de *Natica*, *Turritella*, *Fusus*, *Voluta*, *Pyrula*, *Dentalium*, *Venus*, *Cypricardia*, *Nucula*, *Lucina*, *Cardita*, *Ostrea*, etc., indeterminables específicamente.

5.—Arcillas en explotación que parecen peculiares á esta localidad = 15 metros.

4.—Alternación de arcilla, caliza margosa y arenisca friable = 5 metros.

5.—Caliza compacta gris.

En el cerro de Galdent pueden separarse las capas numulíticas en dos masas principales: un grupo calizo en la base y una alternación de calizas y conglomerados en la parte superior, que se prolonga hasta 1500 metros de Algaida, marchando hacia el cerro de Galdent ó de Can Reus; pero como la inclinación de las capas es muy variable, no es fácil indicar su exacta sucesión. Sin embargo, al pie del

cerro se nota que entre cuatro fajas de caliza, que suman 20 metros de grueso, alternan tres de conglomerado que tienen en junto unos cuatro.

A partir de este punto, las capas no se ven en una distancia de 50 metros; pero luego se suceden estos otros niveles:

8.—Caliza compacta = 10 metros.

9.—Caliza gris amarillenta, cuajada de numulitos (*N. contorta*, Desh.; *N. striata*, Orb.; *N. Ramondi?*, Defr., y *N. aff. granulosa*) y con algunos equinos = 1 metro.

10.—Caliza compacta blanca = 5 metros.

Sigue después otra interrupción de 20 metros de largo; pero continúan las calizas con numulitos.

La cumbre de Caldent está formada por una caliza gris blanquecina, homogénea y compacta, con señales de *Pecten*, y en la bajada hacia Randa se marcha sobre otra sacaroidea con restos de moluscos, los cuales terminan en otras grises margosas, llenas de *Num. striata* y *N. Ramondi*. En el linder del bosque, á 1500 metros de Randa, vuelven á encontrarse las mismas capas fosilíferas; pero la roca es más compacta, y su inclinación sigue la pendiente general de la montaña. Las mismas calizas con los conglomerados se hallan junto á los asomos neocomienses de Randa; y marchando de allí á Lluch-Mayor, se ven á la derecha del camino las hiladas con *Ostrea Brongniarti*, iguales á las del tejador de Son Fullana.

En otra colina situada á la izquierda del camino, debajo de un manto de conglomerado, asoman las margas y las calizas con *Nummulites striata*, Orb.; *N. intermedia*, Arch.; *Operculina ammonæa*, Leym.; *Cælopleurus equus*, Ag.; *Echinolampas subsimilis*, Ag.; *Echinanthus* aff. *testudinarius*, Cott.; *Schizaster ambulacrum?*, Desh.; *Prenaster* aff. *alpinus*, Desor.; *Brissospatagus* aff. *veronensis*, Defr.; *Spondylus subspinosus*, Arch.; *Ostrea Brongniarti*, Bronn., y *O. Sowerbyi*, Orb. Refiriéndose á esta última, advierte Hermitte que es la más especial de las últimas capas del eoceno superior de Castellane (Italia).

Por la llanura que hay á P. del cerro de Galdent se extienden los

conglomerados, y éstos, con las calizas grises y amarillas, inclinados 60° al O., se prolongan por la alquería de la Serra.

Entre Montuire y Villafranca, cerca de San Miguel, las calizas con guijas pequeñas yacen sobre el neocomiense; y cerca de María, en el camino de Petra, próximo á la colina de Ariany, se alza un cerrejón formado por dichas rocas, que en el camino de la masía de Rafael se suceden con este orden ascendente:

1.—Caliza compacta, muy dura, azulada, con algunas guijas. En la parte inferior ofrece un lecho lleno de equinos, y 20 metros más arriba un banco cuajado de numulitos = 40 metros.

2.—Conglomerados, visibles marchando hacia la iglesia.

5.—Caliza gris negruzca.

El espesor de este conjunto se aproxima á unos 100 metros; y según se muestra en la figura 31, saliendo de María hacia Muro falta el

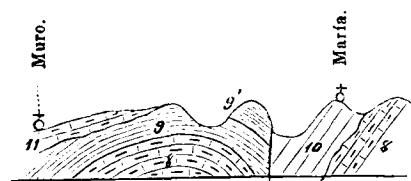


Fig. 31.—Corte de Muro á María, según Hermitte.

numulítico, y sobre el eoceno lacustre, 9, yace el mioceno, 11, viéndose los efectos de enérgicas denudaciones, complicadas con importantes circunstancias estratigráficas; mas pasada una falla, en un barranco que se encuentra

entre María y Petra, las hiladas numulíticas, 10, formadas por calizas y conglomerados de poco espesor, yacen sobre otras neocomienses, 8, y sirven de base á las miocenas.

Por fin, hay otras varias localidades, como el cerro de Onofre, el camino de Sineu á Santa Margarita, las cercanías de Son Pujol, etc., donde pueden observarse las calizas numulíticas.

En las montañas de la parte occidental de la isla se hallan algunas hiladas numulíticas, cuya posición exacta es difícil de determinar, y que Hermitte refirió al coceno superior de un modo provisional.

Junto á la casa de Es Pont, cerca de Estellenchs, se encuentran unos conglomerados poligénicos con *Schizaster*, *Eupatagus*, *Plicatula*, *Ostrea* y *Pecten* y algunas impresiones de vegetales indetermina-

bles; y los mismos conglomerados, más desagregados y con ostras mal conservadas, se observan en la Huerta Nueva de Son Fortuñy. La inclinación general de las capas es al S.; pero, como se hallan muy dislocadas, no es fácil tomar un corte aproximado. Sin embargo, estas capas fosilíferas ocupan la parte superior de la formación, la cual, según toda probabilidad, termina en unas calizas gris-amarillentas, duras, ligeramente granudas, con pajuelas de mica y muchos granillos de cuarzo, y las cuales alternan con margas, sabulosas también, blanquecinas ó gris-azuladas.

Junto á La Granja, en el valle de Esporlas, aparecen las calizas gris-azuladas con fragmentos de *Janira* y de *Ostrea*, específicamente indeterminables, muy parecidos á los de Estellenchs, y en la subida á Son Vich hay losas como las de Son Fortuñy.

Antes de llegar á Esporlas unas gonfolitas muy compactas, formadas de cantos menudos, reunidos por una pasta gris azulada, están cortadas, á la derecha del camino, en una escarpa de 15 metros de altura, y contienen fragmentos de *Pecten* y de equinos eocenos.

Por el camino de Establiments á Puigpuñent, cerca de Son Cotoneret, las margas grises y las calizas sabulosas azuladas, como las de Estellenchs, miden 50 metros de grueso; y subiendo á Son Mamente, por el valle de Son Cotoneret, se marcha por las mismas capas, situadas á una altitud de unos 500 metros, que también aparecen con gran espesor en Puigpuñent.

Aun cuando no contienen fósiles que lo demuestren, deben pertenecer al mismo tramo las capas que, al borde del mar, frente á la isla Dragonera, aparecen en la cala Ambeset (Can Toni Llaró) muy inclinadas, compuestas de calizas sabulosas, grises ó amarillas, margas blanquecinas y conglomerados. Las altas escarpas de la desembocadura del valle de Bañalbufar están formadas por capas horizontales de calizas sabulosas, amarillas al exterior y azuladas en lo interior, por lo regular pizarreñas, alternantes con margas sabulosas azuladas ó amarillentas, que en conjunto miden un espesor de 60 metros, y se apoyan sobre las calizas secundarias de la montaña.

EOCENO DE CABRERA.—Hermitte fué el primero que halló en esta is-

lita, bajando por el valle de la fuente de la Olla, las calizas arcillosas, amarillas del eoceno medio, con un espesor de 40 metros y las siguientes especies: *Nummulites perforata*, Orb.; *N. Lucasana*, Defr.; *N. mammillata*, Arch.; *N. contorta*, Desh.; *N. exponens*, Sow.; *N. spira*, Roissy; *Hemiaster nux*, Desor.; *Periaster* aff. *verticalis*, Arch.; *Serpula spirulæa*, Lam., y un *Schizaster*.

Las mismas capas se sobreponen al neoceniense á un quilómetro á L. del castillo que domina la entrada de la bahía.

CUNILLERA.—En esta isleta, inmediata á la de Ibiza, los Sres. Vidal y Molina señalan, con duda <sup>(1)</sup>, la presencia del eoceno, representado en el extremo S. de la misma por un conglomerado de grandes cantos de caliza, principalmente de la blanquecina con *Requienia*, á los que se sobreponen unas margas y calizas sabulosas que se dividen en lechos de uno á cinco centímetros. Miden los conglomerados tres metros de potencia y yacen discordantes sobre las margas arcillosas urgo-aptenses, y poco más al O., en la misma cala, sobre las calizas inferiores á estas últimas.

### Valencia.

Tres son los sistemas que se han reconocido de la serie terciaria de Valencia: el eoceno, el mioceno y el plioceno. Las rocas del primero ocupan exiguua extensión superficial, y, en cambio, las de los otros dos constituyen una gran parte del suelo laborable.

Verneuil y Collomb sospecharon la existencia del eoceno en las cercanías de Buñol, camino de Sieteaguas, donde recogieron algunas alveolinas entre la piedra empleada para el firme de la carretera; y aparte de este dato inseguro, los Sres. Cortázar y Pato descubrieron el sistema en el extremo septentrional del valle de Albaida, por las inmediaciones de Luchente, representado por una caliza muy

(1) *Bol. Mapa geol.*, tomo VII, pág. 88.

arcillosa, compacta y blanquecina, en bancos que buzau ligeramente al S. y contienen restos de ostras, radiolas de equinos y numulitos pequeños (*N. Lucasana*, Defr.) Los más de estos fósiles son claramente discernibles en las superficies naturalmente lavadas, en las cuales se muestran de relieve, espatizados en el interior de la roca, y solamente por su mayor blancura se distinguen de la masa general.

En los arribes de un afluyente del Bernisa, que cruza entre Benicólet y Luchente, unas calizas de grano fino, duras y de fractura arcillosa, asoman inclinadas 9° al N. 8° O.; y semejantes á éstas son las del cerro de la Ermita, al S. de Luchente, aunque no contienen fósiles; mas por su manera de yacer y su altitud casi iguales á las de la caliza fosilífera, de la cual se hallan separadas por la depresión del terreno en que el pueblo se halla edificado, deben pertenecer al eoceno, en el cual también comprenden dichos geólogos unas areniscas friables, pardo-rojizas, con restos de *Pecten*, sin que se haya podido averiguar con certeza sus relaciones estratigráficas con las calizas fosilíferas de Luchente, aunque parecen inferiores.

En el arroyo que cerca de Bellús desagua por la izquierda en el río Albaida, al O. de Luchente, existen unos bancos horizontales de caliza arcillosa, blanquecina, de regular dureza, con cristallitos de espato calizo y restos orgánicos pertenecientes á una especie de *Scalaria*. Yacen estos bancos horizontales, al pie de la vertiente meridional de Serra Grosa, en la cual apoyan sus cabezas, y aunque su contacto con las calizas cretáceas de dicha vertiente, que buzau al S., no es visible, puede admitirse que tiene lugar como se indica en la figura 32, según corte trazado por los Sres. Cortázar y Pato.



Fig. 32.

Es posible que los bancos fosilíferos de Luchente y Bellús afloren en otros varios sitios del valle, por los términos de Cuatretonda y Benigamin.

Los materiales eocenos del valle de Albaida se diferencian esencialmente por sus condiciones orográficas de los del mismo sistema

de las inmediatas provincias de Alicante y Murcia, donde las capas numulíticas presentan notables inclinaciones y forman sierras elevadas y ásperas.

### Alicante.

Hace más de un siglo que Cavanilles señaló la presencia de numulitos en las cercanías de Peñáguila y de Ibi, entre este pueblo y Jijona <sup>(1)</sup>; á mediados del siglo pasado Verneuil hizo algunas observaciones aisladas de algún interés <sup>(2)</sup>, y más recientemente, en las importantes Memorias del Sr. Nicklés, se consignan los datos más importantes, faltando todavía otros muchos para completar el conocimiento del eoceno de esta provincia <sup>(3)</sup>.

Sobresale el sistema en varios grupos montañosos, algunos de los cuales pasan de 1000 metros de altitud, prolongados los principales desde Jijona al cabo de San Antonio, entre el río de Alcoy y la costa, á la que toca en algunos trayectos no señalados en el Mapa general, y de la cual está separada en otros por diversas formaciones secundarias ó ocultas bajo capas de origen más moderno.

Según las observaciones del Sr. Nicklés, el sistema comienza en algunos parajes por depósitos lacustres, á los que siguen otros, de mucho espesor, de margas sabulosas y calcáreas que forman crestas dentadas. Al eoceno medio deben referirse, en opinión de ese geólogo, la base de una parte de las colinas de las cercanías de la capital, la comarca limitada por el mar al SE. de Busot, muchos depósitos de las inmediaciones de Villajoyosa, Benidorm y Jijona, la sierra de Carrasqueta, El Carrascal de Alcoy, una parte de las sierras Mariola, Aitana y de Bernia, y otros yacimientos del S. y del O. de la provincia, alineados, como la zona subbética, de E.NE. á O.SO.

(1) *Observaciones sobre la historia natural del reino de Valencia.*

(2) *Bull. Soc. géol. de France*, 2.ª serie, tomo X.

(3) *Recherches géologiques sur les terrains secondaires et tert. de la prov. d'Alicante et du Sud de la prov. de Valence.*

Siguiendo el orden con que expuso sus observaciones el Sr. Nicklés, examinaremos los caracteres del eoceno de las diversas comarcas que estudió.

SIERRA MARIOLA.—En la parte propiamente dicha de esta sierra no hay capas numulíticas; pero en la vertiente meridional del valle del Serpis, en el Carrascal de Alcoy, yacen las calizas con numulitos, marcándose con poco espesor las margas del sistema.

Tal vez sean del eoceno inferior las calizas margosas muy porosas, apoyadas en estratificación concordante sobre las nodulosas del Maestrichtiense, cerca del mas de Blas Güner y cubiertas por margas verdosas poco fosilíferas. En un sondeo practicado para alumbrar agua, se recogieron en éstas una *Lucina* muy semejante á la *L. Corbarica* y una *Cucullea* ind. Las margas, de aspecto muy uniforme, alcanzan allí un espesor de 200 á 500 metros, conteniendo algunos bancos nodulosos análogos á los de las cercanías de Alfaz y diversos lechos de arenisca.

A P. del mas del Garrofero y La Pedrera, sobre las calizas maestrichtienses, descansan margas gris-verdosas con gran espesor, cuya base acaso corresponda al garumnense, la mayor parte de las cuales deben ser eocenas, intercalándose bancos nodulosos, blanquecinos, con *Euspatagus*, que se descomponen al aire, y después otros de arenisca, á los que nuevamente siguen margas cubiertas en discordancia estratigráfica por el mioceno.

INMEDIACIONES DE ALTEA Y ALFAZ.—En Foyes Blanques, cerca de Alfaz, unas margas semejantes á las de la sierra Mariola yacen discordantes sobre el garumnense, en capas tan dislocadas, que aparecen también discordantes entre el garumnense con *Coraster Vilanova*, Cott., y las margas con *Austinoocrinus Erekerti*, Dames. Conviene, pues, por el momento considerar la discordancia entre el eoceno y el garumnense como un efecto de dislocación de las capas, mientras que por nuevas observaciones pueda deducirse si hubo ó no emersión del suelo al comenzar el sistema.

En la base de las margas se hallan algunos bancos de calizas amarillas con numulitos indeterminables, las cuales constituyen las pri-



meras capas verdaderamente eocenas que se pueden examinar en ese yacimiento. En los cerros de Vives y de Salvá, la parte superior de las mismas margas encierra un horizonte noduloso notable por la abundancia y buena conservación de sus fósiles, entre otros: *Echinolampas Silensis*, Lor.; *Prenaster Alpinus*, Desor.; *Linthia Heberti*, Cott.; *L. Mac-Phersoni*, Cott.; *Schizaster Pyrenaicus*, Mun.-Ch.; *Schizaster Samperi*, Cott.; *Trachyaster Heberti*, Cott.; *Euspatagus*, y gran número de numulitos.

En el cerro de Rotes las capas eocenas se apoyan por falla contra las margas irisadas yesíferas del triás las margas eocenas gris-verdosas, cubiertas por otras con nódulos calcáreos muy duros y con muchos equinoides de las especies citadas con el *Linthia Vilanovæ*, Cott., que también aparecen en Foyes Rieras.

CERCANÍAS DE CALLOSA DE ENSARRIÁ.—En el sitio llamado *Ferrachet*, sobre el camino de Guadalest, con 100 metros próximante de espesor, yacen las calizas con alveolinas, sobre las cuales descansan margas muy fosilíferas, á trechos calcáreas, que contienen varias de las especies que se acaban de citar, y además: *Conoclypeus Vilanovæ*, Cott.; *Echinantus cf. stellifer*, Cott.; *Echinolampas subcylindricus*, Des.; *Amblypigu dilatatus*, Agas.; *Ditremaster nux*, Mun.-Ch.; *Brissospatagus Vilanovæ*, Cott.; *Micropsis Lusseri*, Lor.; *Velates Schmideli*, Chemn., y *Nummulites complanata*, Lamk.

Varias de esas mismas especies también se hallan en Farines, además de las que siguen: *Conoclypeus Lucentinus*, Cott.; *Marelia Nicklesi*, Cott., y *Schizaster rimosus*, Desor.

La especie más común en dicha fauna es el *Conoclypeus Vilanovæ*, Cott., que también se encuentra en Sagarra (sierra de Bernia), aun cuando con más escasez, pero siempre en las mismas capas con *Nummulites complanata*, apoyadas al SO. contra el triás, á causa de una falla y alternantes con margas. A ellas se sobreponen otras calizas, compactas y sabulosas, en el extremo oriental de la sierra de Bernia, por la garganta del Mascaret, que atraviesa el camino de Alicante á Denia.

Más al N., cerca del estrecho de Bolulla, en la prolongación de la falla de Sagarra, el triás se apoya contra el numulítico, en el cual

aparecen desde luego las areniscas margosas; después margas con numulitos, y una potente masa de calizas inaccesibles en la que se abre el estrecho.

El eoceno existe también en otra porción de parajes de los alrededores de Callosa de Ensarriá, como las sierras de La Almedia, del Contador y Aitana, y las inmediaciones de Guadalest y de Confrides, que están casi totalmente constituidas por este sistema.

INMEDIACIONES DE ORCHETA.—En el paraje llamado *La Corona*, un yacimiento también muy fosilífero, lo mismo que en Ferrachet y Farines (Callosa), las lluvias han desleído y desmoronado las margas numulíticas, mezclando entre sí los fósiles en ellas contenidos, de modo que no es posible establecer subdivisiones.

En un desmonte en la parte alta del término de Orcheta hay un equino muy parecido al *Pygospatagus Salvæ*, Cott., y en el camino á Villajoyosa las capas forman un anticlinal tendido hacia L., las margas que ocupan el eje ofrecen algunos bancos de arenisca hacia el centro, y en el yacimiento fosilífero, que está situado en la parte superior, que tiene un espesor de 15 metros próximamente, se hallan *Echinolampas Vidali*, Cott.; otras muchas especies de equinos, ostras, etc.

INMEDIACIONES DE BENIDORM.—Al N. de esta villa se ve una escarpa margosa cubierta por arenas rojas, sobre las que se extienden guijas cuaternarias; y si se sigue el camino de Alicante, se van cortando, de abajo arriba, las siguientes capas:

1.—Margas sin fósiles = 80 á 100 metros.

2.—Margas verdes con *Serpula spirulæ*, Lamk.; *Prenaster Alpinus*, Desor., *Arachniopleurus reticulatus*, Dunq. et St., y numulitos.

3.—Margas sin fósiles = 5 metros.

4.—Margas con *Prenaster Alpinus*, Desor.; *Serpula spirulæ*, Lamk., y *Nummulites* = 16 metros.

5.—Margas sin fósiles = 2 metros.

6.—Caliza con *Nummulites* = 0,50 metros.

7.—Margas sin fósiles, con bancos más duros gris-amarillentos = 30 metros.

8.—Arcillas verdes, sin fósiles, con calcitas y yesos = 20 metros.

9.—Arcillas sin fósiles, primero amarillas y después azules = 40 metros.

Ese corte muestra la asociación con el *Prenaster Alpinus* de una especie de la India (*Arachniopleurus reticulatus*, Dunq. et Sl.), y la presencia frecuente de cristales de yeso en la parte superior prueba que esas margas, tan raramente fosilíferas, se depositaron en lagunas donde la evaporación, al paso que provocó la formación de esos cristales, hizo imposible el desarrollo de la vida, hasta que, invadiéndolas el mar, recobraron el grado normal de salazón. Repitiéndose el fenómeno, se produjo el desarrollo súbito de una serie de faunulas separadas por bancos en que no se encuentran fósiles.

PUDINGAS DE MILLENETA.—Así llama el Sr. Nicklés á unos conglomerados de gran espesor que yacen sobre el cretáceo en estratificación discordante al O. del puerto de Milleneta. No pudo fijar con exactitud su edad; pero señaló dos límites que la comprenden. Examinando los cantos que los constituyen, se ven entre ellos muchos de calizas con numulitos y alveolinas, propios de la base del eoceno medio; y por otra parte, como en los mismos conglomerados no se encuentra ningún trozo de caliza helvética, es probable que se formaran antes que este tramo. Su edad, pues, está comprendida entre el eoceno medio y el mioceno inferior; pero no deben confundirse con los del Salt de Barchell y de San Cristóbal de Cocentaina, que parecen más antiguos, puesto que en ellos no se ven cantos de roca eocena.

Con arreglo á las observaciones de Verneuil y Collomb, añadiremos que en las erizadas y escarpadas crestas de Peñáguila, donde abundan las grutas y cavernas, las calizas eocenas están profundamente dislocadas, viéndose también repetidos pliegues é inversiones estratigráficas en las inmediaciones de Altea. Entre este pueblo y Benisa hay tajos, como el Peñón de Calpe, hasta de 400 metros de altura; en esos sitios, en Sella y en el collado de Gulatar, al NO. de Puig Campana, las calizas contienen *Nummulites planulata*, *Orbitoides submedia* y *Conoclypeus conoideus*; entre Jijona y Alicante abundan

los *Nummulites perforata*, *N. granulosa*, *N. complanata*, *N. biarritzensis*, *Orbitoides Fortisi* y *Serpula spirulæa*, y escasean más los fósiles en el puerto de la Carrasqueta, en donde se muestra el *N. planulata*.

Por exploraciones que recientemente he practicado, puedo rectificar algunas equivocaciones que se marcaron en la distribución de los distintos sistemas señalados en el Mapa general, y ampliar otros que acabo de trasladar. El monte Cebesó, que sobresale entre Jijona y Villajoyosa, no es triásico, sino infracretáceo, y sobre las margas neocomienses con amonitos piritosos que se extienden por su vertiente meridional se apoyan, desde el lugar de Aguas hasta la costa, las calizas arcillosas y las margas eocenas. En sus capas predomina el buzamiento meridional, pero se notan muchos desarreglos estratigráficos; y así, en los cerros de los Saleretes inclinan 50° al N. 12° E.; en la cumbre de la sierra de Gigi 50° al S. 12° O., y en la bajada á la casa de Eldecoca se doblan aquéllas repetidas veces. Entre las capas de este último paraje abundan los numulitos pequeños y las radiolas de equinos; y en la sierra de Gigi, entre las margas terrosas, cenicientas y sin fósiles, se intercalan los maciños tabulares agrupados en bancos muy gruesos.

La misma mancha eocena se extiende ampliamente por los quebrados y riscosos términos de Sella y de Rellou. Marchando á este último pueblo desde los baños de Busot, hacia mitad de camino, en cuanto se deja á la izquierda el infracretáceo, se penetra en las margas blanquecinas en capas muy delgadas y suavemente onduladas que en la cuesta del Molló son cortadas por una falla. A mitad de distancia de aquellos puntos, en la partida de Eljups y en el barranco Marulles, con las margas blancas alternan otras amarillentas más inclinadas al NE., y vuelven á tenderse hasta ponerse horizontales en Rellou y en el serrijón de la Ballonga.

Entre los baños de Busot y Villajoyosa, á dos kilómetros al SE. de Aguas, sobresalen entre las margas los erizados peñones de los maciños de los altos del Castellet, donde inclinan 25° al SE. Más adelante, en la Caleta, Montiboli y otros serrijones que terminan en

el mar, las capas se doblan en varios anticlinales, sobresaliendo las calizas sabulosas amarillentas, con buzamiento septentrional y recortadas en fuertes escarpas, en el Tosal de Volnou, la Nina y la Malladeta, que limitan la playa del Moro y la Antoneta. Con dichas calizas alternan otras marmóreas que por su abundancia en fósiles (*Echinolampas*, numulitos, orbitoides, etc.) pasan á lumaquelas, y las margas sabulosas y maciños.

Entre el diluvial en unos sitios, apoyados sobre el urgo-aptense en otros, asoman varios islotes, anejos de esta mancha eocena que se va describiendo, por las inmediaciones de Benidorm. Uno de ellos se muestra en la Foya Ampla, al pie de la sierra cretácea de la Cortina, con calizas y margas fosilíferas inclinadas al N.; otro á un quilómetro á P. de la Cala de Benidorm, en el quilómetro 154 de la carretera de la costa, donde las capas buzán 55° al N. 18° O., y otro en el tosal del Beniduerme, donde inclinan 50° al N.NE.

Entre Altea y Calpe la mancha eocena principal sobresale en las agudas crestas de la sierra de Bernia, que se prolongan hasta el cabo Toix. La carretera de la costa cruza con dos túneles las calizas blanquecinas marmóreas que se levantan casi verticales, dobladas en agudos y riscosos anticlinales. En algunos bancos abundan los numulitos pequeños; pero en general son pobres en fósiles.

En su prolongación occidental la mancha eocena de la vertiente meridional del Cabezó cruza por la fuentecilla de Barañes y la torre de Cabrafigo, donde las margas, las calizas y los maciños del sistema se extienden con menos de 20° de inclinaciones en todos sentidos al pie de la sierra de la Creueta, acentuándose más las arrugas de sus bancos en las inmediaciones del lugar de Busot, al pie del cual las margas blanquecinas contienen muchos equinos, principalmente del género *Echinolampas*. Con las margas alternan las calizas compactas, que en la Llovera inclinan 70° al E.SE., y encierran muchos nódulos de pedernal.

Se prolongan las mismas capas al SO. de Busot por las sierras de Galeras y de Bonalba, donde, apoyadas sobre las margas neocomienses, se retuercen en todos sentidos con buzamiento meridional pre-

dominante, hasta ocultarlas el cuaternario de los llanos de Muchamiel, entre el cual asoman, de trecho en trecho, insignificantes islotes de las margas del sistema.

Entre los mantos diluviales de la capital y las capas miocenas del cerro de San Julián y de las lomas de los Ángeles, en la base de estas últimas asoma una fajita de maciños y de margas numulíticas, apoyados sobre un lecho de pudinga de 60 centímetros de grueso, formada de cantos de desigual tamaño: unos calizos, otros de lidia, de areniscas duras, etc. Las capas inclinan de 59 á 60° al NO., y las calizas toscas, amarillas del mioceno, que se sobreponen discordantes, buzán sólo de 15 á 20°. Algunas de esas capas pasan á una lumaquela de numulitos (*N. exponens*, *granulosa*, *spira*, *Ramondi*, *complanata*, *Lucasana*, etc.), conteniendo además *Conoclypeus conoideus*, *Serpula spirulæa*, *Orbitoides Fortisi* y otras muchas especies.

No menos fosilíferas son las capas de otra fajita eocena que se extiende por el lugar de Agost, donde alternan las calizas arcillo-sabulosas amarillentas con unas margas tan arcillosas, que se utilizan como excelente barro para las acreditadas alfarerías de la localidad. Además de las especies acabadas de citar, se encuentran allí *Conoclypeus Vilanovæ*, Cott., abundante; *Echinolampas ellipsoidalis*, Arch.; *E. silensis*, Lor.; *Amblypygus dilatatus*, Agass., y otros varios equinos.

La sierra de la Horna, que se alza al NO. de Aspe, es otra manchita eocena de cerca de dos kilómetros de largo, formada de caliza blanquecina ligeramente amarillenta, marmórea, con numulitos pequeños y radiolas de equinos. Con ellas se asocian otras arcillosas tránsito á margas, y sus capas se alinean de NO. á SE. y se desgarran en un anticlinal cuyo eje se ajusta al barranco que se marca al pie oriental de la sierra. La inclinación general de aquéllas es de 60°; pero en el remate meridional de la sierra, en algunos cerritos que avanzan á P., se acercan á la vertical. A dos kilómetros al S. de Aspe, la carretera de Elche cruza la prolongación meridional de esta manchita, representada por una caliza amarillenta, compacta y grumosa.

La misma faja eocena de Horna reaparece más al NO. entre el diluvial en el serrijón de la loma del Barranco, compuesta de margas blancas y amarillentas muy compactas, fosilíferas, inclinando 40° al NE. con diversas inflexiones en todos sentidos. La carretera de la Romana la corta á tres kilómetros á P. de Novelda en su terminación meridional, que avanza en punta hasta la casa del Tío Sol.

Otra fajita eocena, en contacto con el triás y el mioceno, sobresale entre Elda y Monóvar por el lado del S. de la sierra de Boloni y parte de la Solana. Se compone de calizas compactas casi marmóreas, alternantes con otras arcillosas ricas en numulitos, orbitoides y otros fósiles, entre los cuales merece citarse el *Pentacrinus didactylus*, Orb.

El serrijón riscoso cortado á escarpa sobre el río, en el que se alza el castillo de Sax, es otra fajita numulítica de caliza dura, que se alinea de E. á O. con buzamiento al S., con un ancho de 200 metros en la longitud de dos kilómetros, rodeada por las arcillas abigarradas del triás de las hoyas redondas entre las cuales sobresale.

### Murcia y Albacete.

Muy poco es lo que se conoce del eoceno de estas dos provincias, y los datos publicados hasta la fecha se reducen á algunas observaciones hechas á mediados del siglo anterior por Verneuil y Colomb (1), y reproducidas por Botella en la pág. 55 de su voluminosa Memoria (2).

En el cortijo de Malvariche, al pie de la sierra de la Espuña (1581 metros), las calizas sabulosas deleznales contienen *Nummulites perforata*, *N. granulosa*, *N. Lucasana*, *N. Ramondi*, *N. striata*, *Echinolampas ellipsoidalis*, *Schizaster Newoldi* y *Pholadomya Puschi*.

(1) *Observations géologiques et barométriques faites en Espagne en 1835. Bull. Soc. géol. de France*, 2.ª serie, tomo XIII.

(2) *Descripción geológico-minera de las provincias de Murcia y Albacete.*

Además de las calizas sabulosas y arcillosas y de las margas iguales á las de Alicante, sobresalen en varios puntos las calizas blancas, compactas y marmóreas, idénticas á las de Elda y de San Antonio de Alcoy.

Por término medio las capas se alinean al O.NO., con los variables buzamientos ó inclinaciones de sus multiplicados pliegues, que están por estudiar.

A juzgar por los diversos ejemplares de rocas recogidas por el malogrado é inteligente Auxiliar facultativo Sr. Pato, en estas dos provincias abundan las calizas marmóreas, compactas y semi-cristalinas de colores claros, que contienen las especies más comunes de numulitos con otros restos. Son blancas entre Las Algezas y el Pantano de Lorca, en el corral del Risco de Bullas, en las cuevas de Roberto, del término de Moratalla; en la fuente de Palencia, del mismo, donde es á la vez cavernosa; en el paraje nombrado El Niño, del de Mula, así como en la sierra de Espuña, en la Casa Blanca de Letur, en el collado de Mingarnao, arroyo de Juan Ruiz y otros parajes del término de Nerpio. Las compactas, amarillentas de tonos claros, y también marmóreas, asoman en los cerros de la Muela de Bullas, en la collada de Manrique de Calasparra, en la sierra de La Pila, en el Calar de Alcaboche de Moratalla, en la Zarzadilla de Totana y en la cuesta de Gontar del término de Yeste.

Las cuarcíferas y sabulosas de diversos colores y texturas, más ó menos fosilíferas, se muestran en el Entredicho de Caravaca, en los molinos de Calasparra, en los baños de Mula, en el estrecho de Somogil de Moratalla, en el barranco de los Molinos, al pie de la sierra de Espuña en Pliego, en el cerro del Castellar de Bullas y en el cortijo de los Calderones en la sierra de Yusia, de Nerpio, donde es tosca y blanquísima. En la cuesta del Colmenar, del último término, por la profusión con que se presenta, el *Nummulites perforata* forma una lumaquela de vistosa apariencia.

Son también abundantes las arcillosas, algunas con puntos espáticos, en el Moralejo de Caravaca, cerro de Don Gonzalo de Lorca, cuesta de Gontar de Yeste y arroyo de Camarillas, de Nerpio. Esta

última se asocia con otra amarilla y sabulosa en que abundan las bivalvas.

Son notables también las calizas blancas terrosas del collado del Fiscal, de Lorca, de los cerros de la Silla de Bullas y del puntal del Prior de Moratalla; las arcillo-bituminosas pizarreñas y de colores oscuros de la sierra de La Pila, del Leonés de Moratalla y otros varios parajes.

Entre esas calizas se intercalan muchas variedades de margas, entre las que son notables la blanca muy arcillosa de Moratalla la Vieja, las blanquecinas duras de la Zarzadilla de Totana y de la venta del estrecho de Lorca; las sabulosas, también blanquecinas, de la Serrata de Pliego y de la fuente de los Muertos, de Moratalla, y la rojiza pizarreña de la citada Zarzadilla.

Yeso cristalino especular, con intercalaciones margosas que le dan un color ceniciento obscuro, abunda en El Perdígón, de la sierra de Espuña; en Las Algezas, de Lorca, y otros parajes que sería prolijo enumerar.

En el río de Pliego, cerca de Mula, es notable una arenisca arcillosa rojiza; abundan los maciños compactos y fosilíferos, así como los tabulares, en varios puntos de los términos de Bullas y de Lorca.

Conglomerados poligénicos de elementos ó granos menudos se hallan en la rambla de Cartagena de Bullas, en Moratalla la Vieja, donde son fosilíferos, y en otras localidades. En otros parajes, tales como los collados del Fiscal de Lorca, es tanta la profusión de numulitos, que éstos solos componen la roca con el aspecto de un verdadero conglomerado.

### Almería.

Por la parte N. de la provincia de Almería se extiende el eoceno en más de 500 kilómetros cuadrados de extensión, compuesto de estos tres grupos de rocas: uno inferior de maciños; otro medio de arcillas y margas alternantes con calizas arcillosas fosilíferas, y el

superior formado de calizas compactas y cristalinas, también con restos orgánicos. Las capas están medianamente inclinadas, alcanzando en algunos puntos una altitud que pasa de 1000 metros.

Según el Sr. Cortázar <sup>(1)</sup>, su mayor espesor se encuentra en las cercanías de la cortijada de Guadalupe, donde excede de 500 metros, hallándose dispuestos sus elementos como se indica en la figura 53. Separados de las calizas y margas jurásicas, 8, por una falla á la

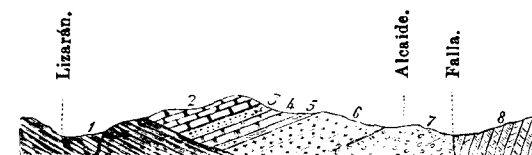


Fig. 33.—Corte al S. de Guadalupe, según el Sr. Cortázar.

que se ajusta el río María, se suceden los estratos numulíticos por el siguiente orden ascendente:

- 7.—Maciños compactos parduzcos con lechos delgados, sobre los cuales se hallan los cortijos de Alcaide.
- 6.—Arcillas calíferas abigarradas, que con los anteriores componen las dos terceras partes del total.
- 5.—Margas fosilíferas con abundancia de equinos.
- 4.—Calizas arcillosas blanquecinas con muchos numulitos.
- 5.—Maciños pardo-amarillentos y rojizos.
- 2.—Calizas análogas á las del núm. 4, divisibles en fragmentos prismáticos.

Inclinan las capas 50° al S. 15° E., terminando en este rumbo completamente discordantes y cortadas por las margas yesíferas del triás, 1, de la cañada de Lizarán, con algunos lechos de areniscas atravesadas por venas anfibólicas y con buzamiento opuesto.

Entre las especies recogidas por el Sr. Cortázar en esa localidad, se encuentran las siguientes: *Nummulites complanata*, Lam.; *N. læ-*

(1) *Reseña física y geológica de la región N. de la provincia de Almería.* Bol. Com. Mapa geol., tomo II, pág. 200.

*vigata*, Lam.; *N. perforata*, Orb.; *N. biarritzensis*, Arch.; *N. striata*, Orb.; *N. exponens*, Sow.; *Orbitoides Fortisi*, Leym.; *Eurhodia Morrisi*, Arch.; *Prenaster alpinus*, Sow.; *Echinolampas ellipsoidalis*, Arch.; *E. Vicaryi*, Arch.; *Linthia insignis*, Mer.; *Schizaster Newoldi*, Arch.; *Eschara subpyriformis*, Arch.; *Ostrea Flemingi*, Arch.; *Pecten laevicostatus*, Sow.; *Teredo angusta*, Desh.; *Serpula spirulæa*, Lam., y *S. tortrix*, Gold.

Entre las sierras de las Estancias y las de Vélez-Blanco y María, por el puente de Prato y otros sitios de las inmediaciones de Vélez-Rubio, el numulítico se compone de los siguientes niveles, inclinadas sus capas hasta 70° al O. 20° S. en algunos sitios:

1.—Arcillas y margas de colores claros, que forman la base con gran espesor.

2.—Calizas arenosas, amarillentas, sin fósiles, con más de 40 metros.

3.—Margas fosilíferas alternantes con maciños y arcillas sin fósiles, pasando, en junto, de 20 metros de grueso.

4.—Calizas brechoides y cristalinas de colores claros, que exceden de 50 metros de espesor y coronan las cumbres de la rambla de Chirivel, por la cual abundan las especies de numulitos anteriormente citadas.

En los cerros de la Cañera y Alfezar, Las Peñicas y otros puntos del mismo término, se encuentran, además de estos últimos, *Bourgueticrinus Thorenti*, Arch.; radiolas de *Cidaris Haalensis*, Arch.; restos de *Goniatæa* y otros fósiles.

En el cortijo de la Puerca, término de María, el sistema se compone de maciños rojos y amarillentos muy consistentes, calizas arcillosas muy fraccionadas y areniscas feldespáticas blanco-amarillentas.

Al N. de María, la cuenca llamada Hoya del Marqués, de más de 20 kilómetros cuadrados de extensión, está formada de margas azuladas, cubiertas por calizas arcillosas rojas y amarillentas que sobresalen en tres filas paralelas de colinas orientadas de N. á S. El grueso de cada capa de caliza es de 50 centímetros; pero cada una se

subdivide en multitud de lechos que se desagregan en diminutos prismas rombales. Poco antes de subir á estos cerros se notan varios desarreglos estratigráficos en las margas pizarreñas de la Hoya, pues en algunos sitios se alinean al O. 20° N. y en otros al N. 25° E., con inclinaciones comprendidas entre 40 y 60° y buzamientos en diversos sentidos. En el molino del Cubero alternan con las margas azules unas arcillas cuajadas de numulitos, acompañados de *Escharina Stracheyi*, Arch., y fragmentos de huesos, tal vez de reptil. En lo alto de la cuerda que forma el límite occidental de la Hoya, las calizas fosilíferas se apoyan sobre otras margosas rojas y blanquecinas.

En el cerro del Piar, término de Vélez-Blanco, próximo al castillo de Niquena (Murcia), se reduce á 250 metros el espesor del sistema, compuesto de calizas marmóreas con numulitos, cubiertas por una brecha caliza con cemento rojo en que se encierran el *Num. biarritzensis* y otros restos.

### Granada.

Tampoco de esta provincia se tienen datos completos del eoceno, y habremos de limitarnos á trasladar los que dió el Sr. Tarín hace ya bastantes años.

En la parte occidental del valle comprendido entre las sierras de Periate y de la Zarza, las rocas eocenas consisten en margas azuladas cubiertas por calizas margosas rojas y blanquecinas que forman un suelo ligeramente ondulado. Los estratos, fuertemente inclinados, se subdividen en lechos delgados cruzados por litoclasas oblicuas. Abundan los numulitos en esas rocas, según se ve al O. de la Hoya del Marqués, y con ellas alternan maciños, arcillas, calizas brechiformes, cristalinas y arenosas.

Al N. de la Puebla de Don Fadrique y al O. de Almasiles, los sedimentos eocenos se acomodaron entre las estribaciones de las sierras Sagra y de las Cabras; y por su variada composición mineraló-

gica, resultaron barrancos donde la caliza superior sobresale á modo de cornisa sobre las margas y arcillas.

Al S.SO. de Almasiles, en el cerro del Castillico, la disposición de las rocas, en orden ascendente, es la que sigue:

1.—Arcillas verdosas, rojas y azuladas, y caliza margosa con yeso, según se ve en las escarpas del barranco del Castillico.

2.—Caliza gris rojiza, pizarreña y granuda.

3.—Caliza compacta dura, de fractura desigual, que forma agudas crestas.

Los profundos barrancos del Rincón de San Juan cortaron las arcillas, *m*, margas pizarreñas, *c'*, y calizas duras, *c*, eocenas, según se ve en la figura 54, quedando ocultos los maciños inferiores á ellas. Las capas buzan con pequeña inclinación al O. 15° S.

Cerca del cortijo de la Puerca, en la subida al puerto del Horni-

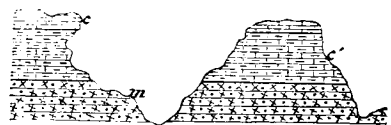


Fig. 34.—Corte por el Rincón de San Juan, según el Sr. Gonzalo.

llo, la caliza eocena es dura, de colores claros y fractura desigual, y contiene los *Nummulites Ramondi* y *planulata* y otros restos. La superficie de la roca está llena de surcos y asperezas, que dificultan el caminar por aquellos montes

agrestes, donde el sistema mide más de 500 metros de grueso. Al otro lado del puerto (1630 metros), continúa el horizonte de las calizas blanquecinas y de fractura concoidea.

A partir de la fuente del Gobernador, por el camino de Almasiles á Santiago de la Espada, abunda la caliza marmórea, sacaroidea y amarillenta, en los profundos barrancos que vierten sus aguas al río Frio. La más dura yace en cornisas salientes sobre las sabulosas deleznales, y se ocultan junto al valle de las Vaquerizas debajo del mioceno. Las de la cuesta de la Mala Mujer son como las del puerto del Hornillo, y también encierran numulitos con abundancia.

Más hacia la Puebla de Don Fadrique, en el cerro del Moralejo, el yeso constituye entre las calizas margosas y las arcillas bolsadas

que son objeto de explotación, abundando la caliza de aspecto de arenisca con las capas inclinadas al SO. Desde dicho sitio se domina una depresión en forma de circo, donde los detritus producen tierra vegetal de color gris con manchas blancas, lo cual es un buen carácter físico para reconocer esta formación, cuando no se hallan fósiles.

Al pie de la cuesta de los Yesares, y formando el piso de la hondonada de los tejares, á un nivel inferior al de las calizas y margas, se descubren los maciños estratiformes en capas poco inclinadas. Son de textura muy desigual á causa del distinto volumen de los granos silíceos envueltos en su pasta caliza.

El manchón que se extiende de E. á O. desde la sierra de Dobla y cercanías de Campotejar hasta Alicún de Ortega y el río Grande, junto al cerro Mencil, y de N. á S. desde el arroyo de Montejicar hasta la sierra de Piñar y faldas del Mencil, constituye una extensa llanura ligeramente ondulada, en la cual á las calizas granudas semejantes á las de Almasiles, acompañan otras arcillosas y compactas semejantes á algunas liásicas. Entre Iznalloz y Montejicar, las calizas del contacto con las jurásicas de la serrezuela de Palomares, forman en la tierra vegetal manchas blancas y rojas ocasionadas por su descomposición, como se ve en el cortijo de María Alonso, donde se alinean al O. 15° N. con repetidos cambios de buzamiento. En los bancos menos alterados la caliza es compacta, de fractura semi-concoidea ó concoidea y muy dura; en otros es blanca y deleznable.

En las inmediaciones de la aldea Domingo Pérez, descansa sobre la caliza citada otra tosca semejante á la miocena terrosa, hasta su contacto con otra dura semejante á la superior de Almasiles, que se extiende hasta el cortijo del Carchalejo, donde se sobrepone á la jurásica de la loma de las viñas de Montejicar.

Pasados los aluviones del río, entre Guadahortuna y Moreda, se descubre la misma caliza en estratos bien reglados, alineados al E. 10° S., cambiando el buzamiento frecuentemente con inclinaciones de 15 á 50°. Es granuda, amarillenta y dura; la cruzan litoclasas por las que se fractura en formas romboédricas; se extiende hasta

Cardela, donde se oculta bajo un pequeño isleo de otra miocena, y á la mitad del camino de ambos pueblos se orienta al S. 40° O. con 50° de inclinación, alternando la variedad margosa con la granuda y de mayor dureza. Los cambios de buzamiento se repiten mucho más que en la llanura, al pie de la sierra de Cardela, estando en la cima más levantadas las capas que en las llanuras, hecho que se repite en otros parajes.

En la parte oriental del mismo manchón, entre Alicún y Pedro Martínez, aparece la caliza compacta blanquecina en estratos muy trastornados por los afloramientos de diorita, generalmente muy levantados, como se ve en la meseta, á cierta distancia de la roca hipogénica, afectando buzamientos al E. 10° N. Entre la caliza compacta hay otra tabular granuda y sabulosa, y la arcillosa que se descompone en tierra blanca. En el barranco que afluye á la rambla de los Molinos, se halla la *Astrea crenulata* en caliza dura, brechoide y blanco-rosácea, que en el cortijo de Fuente Caldera buza al S. 5° E., y un poco más al N. se hace terrosa.

En el cerrito en que se alza Moreda, alineada de E. á O., hay otra faja de caliza brechiforme de elementos pequeños, y con ella otra granuda, muy dura, de fractura desigual, en la que se encierran numulitos y otros foraminíferos.

Siguiendo el camino de los Trujillos aflora al NE. de Limones la tabular, granuda y sabulosa, semejante á la estratiforme de Cardela, asociada á otra de aspecto heterogéneo y pizarreña, que pasa á un conglomerado de foraminíferos en el que abundan *Nummulites Ramondi*, *N. planulata* y *Operculina ammonca*. Otro retazo de las mismas rocas fosilíferas hay más al NE. en las inmediaciones del cortijo Nuevo.

Al N. de Montefrío, las calizas numulíticas, sobrepuestas á las jurásicas, son tabulares, granudas, de fractura desigual y á veces silíceas; y al E. del mismo pueblo, en el paraje llamado Hortezueta, el sistema está constituido por margas grises con numulitos, entre las cuales se intercalan otras rojas y bancos de caliza formando una lumaquela de esos mismos restos. En ellas se encuentran *Orbitoides*

*Fortisi*, Arch.; *Num. Ramondi*, Arch.; *N. Lucasana*, Defr.; *N. granulosa*, Arch.; *N. placentula*, Desh.; *N. perforata*, Orb.; *N. Verneuilli*, Arch.; *Operculina ammonca*, Leym.; *Heliastrea Defrancei*, Edw.; *Serpula spirulcea*, Lam., y otros restos. Acompañadas de una arenisca amarillenta y de un banco de conglomerado calizo, asoman las mismas margas en la venta de la carretera de Jaén.

Menciona Silvertopp la formación numulítica debajo de una caliza fosilífera que, entre Loja y Alhama, alterna con una arenisca calífera y un conglomerado de guijo menudo, conteniendo aquella abundantes restos del *Pecten reconditus* cerca de Salar, donde se extienden los blanquizares semejantes á los que en Almansiles y otras localidades se forman por la descomposición de rocas eocenas.

### Jaén.

El numulítico en la provincia de Jaén se presenta con caracteres tan poco distintos de los del sistema mioceno, que en muchos parajes es difícil el deslinde de ambos, sobre todo en las depresiones del suelo, compuestas de margas oscuras, casi siempre sin restos orgánicos. Algunas serán, tal vez, oligocenas.

El manchón mejor caracterizado existe al S. de Alcalá la Real, en los confines de Granada, por el término de Montefrío. Saliendo de aquella población en dirección á esta última, á menos de un kilómetro, debajo de las calizas miocenas, las margas arcillosas numulíticas de colores oscuros alternan con calizas sabulosas blanquecinas, inclinadas de 50 á 40° al S.SO., quedando ocultas en ciertos sitios bajo mantos diluviales. Junto al río Palomares, en los límites de ambas provincias, abundan los numulitos (*N. perforata*, Lam., y *N. Lucasana*, Defr.)

Por todo el manchón forma el eoceno montes redondos, excepto á 5 kilómetros al NE. de Montefrío, donde sobresale en algunas crestas. Es general la coloración negruzca de las tierras que produce mezclada con la blanquecina y rojiza de sus detritus, que sufrie-



ron cortos arrastres; carácter empírico que, á falta de fósiles, sirve para distinguirlo de las otras formaciones que le limitan.

La faja numulítica que se extiende por la provincia de Córdoba penetra en la de Jaén, entre Poreuna y Santiago de Calatrava, con caracteres litológicos y estratigráficos que se confunden con los del infracretáceo por un lado y con los del mioceno por otro.

La composición de esta faja es casi exclusivamente de margas grises, ya blanquecinas en los alrededores de Escañuela, ya más oscuras al S. de Arjona, que avanzan en dirección á Poreuna hasta cerca de la ermita de Larilla. Sobresalen entre las margas algunos bancos de arenisca apoyados sobre yesos y dirigidos de N. á S. entre Escañuela y Villardompardo, hallándose otras iguales en La Higuera de Calatrava. Un quilómetro al S. de este pueblo hay también una caliza blanca, terrosa, con numulitos pequeños y radiolas de equinodermos, junto al cortijo de Fuentepalacio; continúa por el término de Santiago de Calatrava hasta dos quilómetros al S. de la población, donde la interrumpen las margas cretáceas y triásicas de las vegas de San Bartolomé, y marchando en dirección á Martos, reaparece en cerca de una legua hasta pasados los cortijos de Lendínez.

Algunos crestones de calizas con numulitos se elevan sobre el río Guadalbullón, al NO. de Jaén, siguiendo el camino de Torrequebradilla; sus bancos son prolongación de los anteriores, y con ellos alternan otros de caliza compacta, amarillenta, que encierra granillos de cuarzo y trocitos de marga clorítica.

Un islote numulítico, que sólo mide tres hectáreas de extensión, asoma á medio quilómetro de Castillo de Locubín, junto al camino de Valdepeñas, á la derecha del arroyo de La Solana. Yace sobre las margas blanquecinas y rojizas jurásicas, y se compone de calizas sabulosas con numulitos pequeños, en bancos inclinados 70° al N.NO.

Otra manchita numulítica debe existir en las vertientes NO. del cerro Almadén, pues sobre la hoya de Bercho, á mitad de camino próximamente de Cambril á Torres, se hallan algunos cantos desprendidos de caliza sabulosa amarillenta con numulitos.

Otra fajita pequeña se encuentra á la mitad de camino de Albán-

chez á Cuadros, junto al cortijo de la Fresneda, donde reaparece en el corto trecho de dos quilómetros de largo la caliza arenosa blanquecina con manchas verdes y numulitos, cubierta por otra de grano más grueso, amarillenta y sabulosa. Siguiendo el camino de Albánchez á Bedmar se marcha sobre ellas hasta dos quilómetros antes de llegar al segundo pueblo, en que asoman las margas neocomienses.

Una faja discontinua numulítica se interpone entre Arroyo-Molinos y Huesa, compuesta de margas blanquecinas y calizas compactas con numulitos pequeños, desarrolladas principalmente entre la cuesta del Obispo y la ermita de Tiscar. Se dirigen los bancos E. á O. con 40° de inclinación al S. Algunas de esas calizas son algo arcillosas, y otras pasan á un conglomerado con las mismas especies de numulitos, orbitoides, radiolas de equinodermos y otros restos orgánicos.

Tal vez correspondan al eoceno algunas margas sabulosas y aligarradas, alternantes con otras cuarcíferas, que asoman entre Beas de Segura y Villanueva del Arzobispo, debajo del mioceno.

### Córdoba.

Sencilla es la composición del eoceno en esta provincia, pues se reduce á algunas calizas arcillosas, con frecuencia cuarcíferas, entre margas sabulosas difíciles de distinguir de las de otros sistemas, y en general muy pobres en fósiles. Añádanse ciertos maciños de caracteres mal definidos y casi por todas partes sin señales de restos orgánicos. Poco sobresalen en el suelo sus capas, y se confunde su línea de separación con las de los otros sistemas terciarios.

Los datos recogidos hasta la fecha son insuficientes para su perfecto conocimiento.

Entre Cabra y Castro del Río se muestran casi exclusivamente las margas numulíticas con las ligeras interrupciones de los asomos de arcillas yesosas señaladas anteriormente. Aquéllas suelen ser de variados colores; se hacen sabulosas á la derecha del arroyo de Santa María, y en la subida al puerto de Labaza se intercalan bancos de

calizas con granillos de cuarzo. Estas y las margas de color gris muy obscuro contienen *Serpula spirulæa*, Lam., numulitos y otros fósiles; buzan con débil inclinación al NE., y se prolongan hasta las orillas del Guadajoz. Siguiendo la carretera de Castro á Baena, continúan las margas blanquecinas con algunos lechos delgados de calizas arcillosas, cubiertas en varios sitios por masas aluviales é interrumpidas en otros por manchitas triásicas. Desde el quilómetro 79 hasta Baena corta la carretera bancos de caliza arcillosa y margas blanquecinas análogas á las del puerto Labaza, las cuales continúan entre Baena y Luque, hallándose, aunque escasos, algunos numulitos.

La carretera de Baena á Cabra cruza las mismas margas, terrosas y amarillentas, sin más excepción que un saliente jurásico en el quilómetro 15. En las vertientes occidentales de la sierra, al pie de la ermita de Cabra, á dos quilómetros de esta ciudad, se muestran discordantes con las jurásicas las calizas eocenas, debajo de las cuales aparecen, en corto trayecto, arenas bastas, pasando á areniscas.

Las margas sabulosas amarillentas, rojizas y blanquecinas se prolongan de la Lagunilla hacia el Rihuelo, cruzan el río de Cabra junto á Monturque, y de aquí, pasando por las lagunas de Zoñar y del Rincón, se dirigen á Puente-Genil.

Entre el Guadajoz y Espejo asoman, con buzamiento meridional, las calizas, ya compactas y ligeramente arcillosas, como las de Lucena, ya formando una lumaquela de numulitos pequeños, orbitoides, radiolas de equinodermos y otros fósiles. Sobre ellas, al N. de Espejo, se observan, en más de dos quilómetros de anchura, margas á veces yesosas, á las que á su vez cubren otras calizas alternantes con margas y areniscas deleznales. La anchura de esta fajita es de unos seis quilómetros, limitándola al S., SO. y O. de Espejo una zona estrecha miocena que la separa de la sierrecita, también numulítica, de Nueva Carteya, con la cual se une más á Levante entre Espejo y Castro del Río, donde las margas, con algunas calizas interpuestas, se pliegan, cambiando su buzamiento al N.NO.

Continúan más á Levante las mismas capas que á tres quilómetros N.NE. de Castro, en el camino de Valenzuela, yacen ocultas en

parte bajo bancos de maciños de fucoides, plegados en un sinclinal al S. de Torre-Paredones, alternantes con las calizas formadas por numulitos en dirección á Valenzuela, en los cortijos y ermita de los Arroyuelos.

Al pie de las lomas de Torre-Paredones se arrumban los estratos de E. á O., y dejan comprendida una faja yesosa que entre los cortijos de Cobatillas y el del Conde encauza con el ancho de un quilómetro el arroyo Salado.

Entre Cabra y Lucena las margas amarillentas buzan al S. en el quilómetro 81 de la carretera, se ondulan desde éste al 85, intercalándose delgadas capas de molasa de grano grueso, y pasando á rojizas algunas de las primeras, y en el quilómetro 86 las reemplazan unas areniscas cuarzosas de cemento margoso poco abundante.

Por el camino viejo de Lucena á Rute, en el primer quilómetro al SE. de aquella, aparecen casi verticales, dirigidos al N. 20° O., algunos bancos de calizas compactas amarillentas, con otras superiores que contienen granos y cristallitos de cuarzo y trocitos de arcilla y margas cloríticas verdosas, que por su desaparición hacen la roca algo cavernosa al exterior.

Entre Lucena y Monturque las margas amarillentas están casi horizontales y queda á la derecha una serrezuela compuesta en parte de calizas arcillosas, compactas, análogas á las anteriores.

Margas idénticas á las que median entre Cabra y Lucena continúan por la hondonada de la Aldea de los Zapateros y las Navas del Cepillar, cerca de la laguna de Zoñar.

Entre Los Llanos y Cabra el numulítico hace un entrante en el jurásico, en el pontón del Carmonín, compuesto de margas y calizas arcillosas y cuarcíferas, con numulitos y muchos puntos espáticos.

Pueden ser numulíticos los bancos de caliza gris compacta, ligeramente arcillosa, inclinados 55° al N.NE., que aparecen en los espatales de Puente-Genil, y que, siguiendo el itinerario á Benamejí, se levantan en los Tres Peñones erizadas crestas de caliza amarillenta espática y cuarcífera, donde se ven algunas señales de fósiles.

Entre Benamejí y Encinas Reales las margas y calizas arcillosas,

con algún que otro numulito, inclinan 30° al SO. y algo más al E. entre Rute y Lucena.

Una mancha numulítica se presenta entre el jurásico en las Mesas de Tójar, cuyas cornisas corona, entre Cañuelo, Aldea Zamorano y Fuente Tójar. Ocupa ocho kilómetros cuadrados de superficie y se compone de caliza basta con granos y cristales de cuarzo y trocitos de margas azuladas y verdosas, conteniendo algunos numulitos pequeños y fragmentos de bivalvas. Con ellas se asocian molasas, tránsito á areniscas cuarzosas, inclinadas al S.SE. en Cañuelo.

Hay otra manchita al S. del cortijo de Gonzalo, entre Priego é Iznájar, próxima á los confines con Granada, y compuesta de calizas de colores claros, formadas de numulitos (*N. granulosa*, Arch.; *N. perforata*, Orb., etc.), alternantes con otras sabulosas y tabulares que pasan á maciños.

### Málaga.

Desde mediados del siglo anterior el eoceno de esta provincia fué objeto de diversas observaciones por Ansted, Verneuil, Collomb, Orueta y otros geólogos, habiéndose ampliado aquéllas por los señores Bertrand, Kilian, Michel Levy, Bergeron y demás individuos de la Comisión francesa para el estudio de los terremotos ocurridos en 1884.

Los islotes de los sistemas secundarios que forman las sierras de la mitad septentrional de la provincia están rodeados de capas numulíticas plegadas, en medio de las cuales emergen aquéllos á modo de arrecifes. A veces el eoceno afecta un carácter litoral en la inmediación de esos islotes, cuyas rocas se hallan con frecuencia perforadas por litofagos, como se ve en el puerto de Zafarraya. Verneuil señaló la semejanza que ofrecen con el trias ciertos bancos numulíticos, y, en efecto, se observa en la composición del eoceno que, á capas de areniscas con numulitos, calizas y mármoles blancos con alveolinas, siguen depósitos arcillosos, generalmente de color de he-

ces de vino, fáciles de confundir con las margas irisadas del trias, y todavía completan esa semejanza unas areniscas cuarzosas pardorrojizas. Estos depósitos, por lo común muy arcillosos, retienen cerca de la superficie las aguas que en ellos se infiltran, y de ahí el que casi se anuncie la presencia del numulítico por la existencia de manantiales y por la naturaleza fangosa del suelo.

En resumen: margas abigarradas, más ó menos endurecidas, otras grises, calizas marmóreas, areniscas grises con numulitos, areniscas silíceas pardas, y á la inmediación conglomerados litorales junto á las sierras, son los elementos que habitualmente componen el eoceno de la provincia, y también se encuentra yeso entre sus capas.

En su conjunto las manchas del sistema se agrupan en dos fajas distintas: una meridional, á lo largo del litoral, y otra al N., que se oculta desde El Chorro á Alcaucín, porque se verifica debajo de ella, el contacto de las formaciones antiguas con las secundarias; continúa á través de todas las depresiones de las sierras jurásicas, y se extiende sobre la ladera septentrional de la zona plegada comprendida entre Gohantes y Montefrío, por Antequera y Archidona.

Una discordancia importante separa el eoceno del jurásico y del cretáceo. Estos últimos terrenos sufrieron, antes de que se depositaran las capas numulíticas, una primera serie de plegaduras y dislocaciones suficientemente enérgicas para que en muchos puntos emergieran aquéllos en forma de islas en el seno del mar eoceno. Por lo demás, el terreno numulítico descansa indiferentemente, ya sobre filadios antiguos, ya sobre depósitos triásicos, jurásicos ó cretáceos.

A su formación siguieron nuevos y violentos movimientos del suelo, á consecuencia de los cuales sus capas aparecen por lo común muy plegadas y separadas, por una nueva discordancia, de la molasa helvética.

En los confines de Granada, por las cercanías de la venta de Alfarnate, se desarrollan ampliamente las margas duras, blancas y amarillentas, y las areniscas pardas del sistema. Al SO. de la misma venta, siguiendo la carretera de Málaga, hasta la caseta de peones camineros, se encuentran esparcidos grandes cantos de lumaquelas

con numulitos, y más á Poniente, hacia las colinas onduladas que limitan la sierra jurásica, *J*, las capas eocenas, *V*, se muestran muy contorneadas en cinco sinclinales sucesivos, ocultándose al S. bajo mantos diluviales, *E*. En un barranco que atraviesa la línea de las colinas se abarca el conjunto del corte representado en la figura 55, en que se suceden las hiladas. Unos conglomerados que aparecen en la base indican la proximidad del litoral eoceno; sigue encima un potente depósito de margas rojas, en las que se intercalan lechos delgados de calizas margosas y de areniscas parduzcas, á las que suceden con bastante espesor otras areniscas calíferas gris-parduzcas, de grano fino, que contienen algunos lentejones de margas verdes, numulitos, restos de crinoides y dientes de esqualos. Hacia la parte

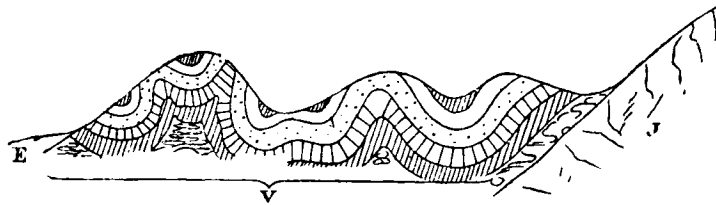


Fig. 35.—Corte al N. del cortijo de Magdalena, según los Sres. Bertrand y Kilian.

superior las areniscas se hacen más calcáreas, y los numulitos forman verdaderas lumaquelas. El fondo de los sinclinales lo ocupan unas margas endurecidas, sabulosas, violáceas, que encierran restos de moluscos mal conservados y dientes de esqualos, y forman ahí la parte superior del sistema. Los conglomerados de la base pueden observarse en muchos sitios, tales como al N. del valle de Abdalajis, cerca de Alfarnate, inmediaciones de Guaro, Alcaucín y al pie de la sierra jurásica de Zafarraya, y con toda evidencia representa una brecha de playa, confirmándolo así el que muestra oquedades practicadas por moluscos y numerosas huellas de espongiarios perforantes (*Vioa*).

Las margas rojas forman la mayor parte de los yacimientos, y en

ellas suelen intercalarse, principalmente en Guaro, bancos de conglomerados. Su composición es por todas partes bastante uniforme; pero puede, sin embargo, señalarse como particularidad local la presencia en ella de cantos oolíticos silíceos, mezclados con derrubios de areniscas y margas endurecidas, cerca de Alfarnate y de la venta de Los Alazores. Además se encuentran cristales de yeso entre Alcaucín y Periana. Esta serie presenta en su conjunto gran analogía con el *flysch*, según lo comprueban las escasas impresiones de fósiles que en ella se observan, puesto que éstas son de escamas de peces, de fucoides (cerca de los baños de Vilo, en el partido de Colmenar) y de grandes *Cancellophycus*. Estas últimas abundan en los cantos esparcidos por el suelo y de las cercas entre Villanueva del Rosario y Villanueva del Trabuco y hacia lo alto del puerto por donde pasa la carretera vieja, al S. de Antequera.

Los asomos de las areniscas superiores del sistema son menos extensos, pero bastante numerosos en Villanueva del Rosario, cortijo de las Perdices, al pie NO. del peñón de Los Enamorados, cerca de Archidona, junto al cortijo de Los Bosques y en otros puntos.

En los taludes de los desmontes de la carretera entre la venta de Los Alazores y la cuenca de Alfarnate, abundan los numulitos en las margas grises.

A lo largo de la costa, á Levante de la capital, hay una serie de pintorescas escarpas, formadas por una caliza blanca, marmórea, muy dura, de fractura astillosa, á veces oolítica, en la cual se reconocen secciones de alveolinas. A Levante de El Palo, y no lejos del cortijo de Cantal, contra las calizas jurásicas blancas, 1 (fig. 56), y otras titónicas rojizas, 2, donde hay una cantera, cubiertas por una hilada poco gruesa de margas rojas y blancas, hojosas y plegadas, neocomienses, 3, se apoyan discordantes las capas numulíticas, constituidas en la base por margas grisáceo-violáceas, 4, llenas de foraminíferos y de trozos de conchas bivalvas. Siguen encima areniscas bastas con granos de cuarzo, numulitos y gasterópodos (*Cerithium?*), 5, y después bancos de mármol blanco cuajado de alveolinas (*A. elliptica*), 6. Estos mármoles, con frecuencia oolíticos, forman á lo

largo de la costa una faja que continúa hasta Málaga, en algún punto de la cual se intercalan las areniscas parduzcas muy finas y margas endurecidas, de color gris claro, con algunos numulitos (*N. Ramondi*, Defr.; *N. biarritzensis*, Arch., y *N. spira*, Rois.)

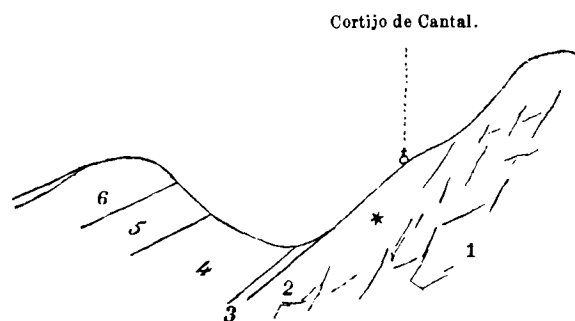


Fig. 36.—Corte tomado á L. de El Palo por los Sres. Bertrand y Kilian.

Análogo al anterior es el corte de la figura 57, trazado también, á P. del anterior, por los mismos geólogos.

Sobre las calizas blancas jurásicas, 1, las titónicas rojizas y brechoides, 2, y las margas rojas y blancas hojosas y rizadas, comienza el eoceno con las margas grises, 4, con foraminíferos, en capas bas-

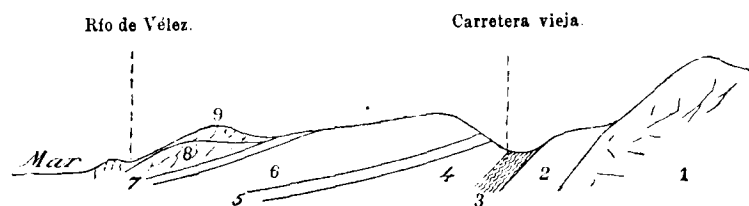


Fig. 37.—Corte por las cercanías de El Palo, según los Sres. Bertrand y Kilian.

tante menos inclinadas al SE.; á ellas siguen la arenisca tosca, 5, con numulitos y granos de cuarzo, la caliza blanca, 6, con numulitos y porciones oolíticas, la arenisca fina y margas endurecidas, 7, con numulitos también, y la caliza cristalina blanca, 8, con manchas azu-

ladas y oolitas blancas, que cerca de la costa se ocultan debajo de una brecha cuaternaria.

Cerca del Rincón de la Victoria se observan, á lo largo de la carretera de la capital á Torre del Mar, calizas blancas con muchas alveolinas, y, finalmente, la montaña en que se halla el castillo de Vélez-Málaga termina en la parte superior por una hilada de calizas, á trechos oolíticas, iguales á esas otras.

En el borde oriental de la laguna de Fuente-Piedra, entre los sitios nombrados El Ancón y La Plata, se extiende una arenisca basta de cemento calizo, sobre la cual yace una caliza muy dura y compacta que en el país llaman *jaspón*, y sobresale en cerritos: en unos puntos es de aspecto uniforme, en otros brechiforme, y en otros se cambia en un mármol con vetas espáticas, como el que se explota en el cerro del Palo. En el cerro de la Herriza y en el de Mata-Alondras allora, junto á dicha laguna, una caliza blanquecina con vetas espáticas que llaman *herriza*, y que se reduce á una variedad del jaspón, producidas ambas por la influencia metamórfica de las ofitas que allí hay próximas.

Aunque sin datos enteramente seguros, el Sr. Calderón supone que estas capas son eocenas <sup>(1)</sup>, agregando que estuvieron sujetas á grandes pliegues, marcándose un anticlinal en Molina y otro por el lado de la sierra de la Camorra, entre las cuales constituyen las divisorias de la laguna de Fuente-Piedra.

Sobre dichas areniscas y calizas yacen unas margas abigarradas que dicho profesor supone miocenas.

Durante la época cretácea no se depositaron en la serranía de Ronda más sedimentos que los de las margas neocomienses; pero, en cambio, en el transcurso del eoceno el mar penetró por todas partes en esa región, según un gran número de golfos formados, ya por los pliegues sinclinales del suelo, ya por los valles ocasionados por las fallas en él producidas. A consecuencia de ese descenso, el territorio del valle del Guadalquivir comunicó libremente con la llanura de

(1) *Ac. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XVII, pág. 75.

Málaga, y la serranía formaba una isla, ó acaso una península, del continente africano, cuyos contornos pudieran seguirse en una carta geológica general.

A orillas del Mediterráneo aparecen en Estepona unas areniscas amarillas con fragmentos de dientes y de escamas de peces, cubiertas por arenas pliocenas, margas y areniscas; y por bajo de estas mismas arenas asoman, á lo largo del camino que va á Marbella, margas y areniscas que sin duda corresponden al nivel geológico de las de Estepona. Más á L., encima de las pizarras cambrianas que hemos referido, se muestran las areniscas amarillentas y rojizas numulíticas.

Estos depósitos forman el extremo de un manchón que, procedente del NE., sigue la gran faja de terrenos secundarios de esta parte de Andalucía; es decir, que el mar numulítico penetró en el interior de la serranía de Ronda por un extenso valle que se correspondiese con la gran falla que limita de NE. á SO. esa faja de terrenos secundarios; falla cuyos bordes tendieron á juntarse después del eoceno, y de ahí que hoy aparezcan en contacto anormal los materiales de esa edad con las margas róseas y blancas neocomienses.

En la serranía de Ronda éstas se encuentran profundamente dislocadas, alzándose hasta cerca de 1000 metros de altitud, si bien, por regla general, yacen casi horizontales, formando una faja alrededor de la gran masa de serpentina. El sistema está constituido por areniscas pardo-amarillentas, que á medida que se alejan de las crestas de la sierra van siendo reemplazadas por calizas con numulitos alternantes con margas y arcillas.

«Esta sucesión de depósitos, agrega el Sr. Macpherson <sup>(1)</sup>, indica que durante la época eocena la serpentina formó una gran protuberancia en cuyos bordes se depositaron las areniscas; y conforme iba el mar alejándose del litoral, quizás de aquella isla, iban depositándose las calizas y arcillas correspondientes á depósitos más profundos ó más tranquilos.»

(1) *Memoria sobre la estructura de la Serranía de Ronda*, pág. 67.

La disposición de esta faja eocena nos explica muchos de los más violentos trastornos que ocurrieron en la Serranía posteriormente á la erupción de serpentina, y aunque esta roca no ocupa hoy los puntos más culminantes, es muy probable que en aquella época se levantase á un nivel muy superior al actual. Así, mientras las capas eocenas alcanzan en la protuberancia central una altitud de 1500 metros, en el otro reborde de la serpentina apenas llegan á la de 250 metros, quedando probado que después de su aparición esta masa hipogénica estuvo sujeta á dislocaciones tales, que uno de sus bordes se levantó á considerable altura, mientras el otro permaneció á un nivel mucho más bajo.

### Sevilla.

El eoceno de esta provincia se halla por estudiar, excepto en la parte inmediata á Morón, donde el Sr. Calderón practicó las interesantes observaciones que á continuación se trasladan.

Presenta el eoceno caracteres metamórficos muy notables en esta provincia y su inmediata de Cádiz, en virtud de las erupciones ofíticas que produjeron acciones epigénicas de considerable extensión; y entre los puntos que en primer término deben citarse, son las inmediaciones de Morón, donde los Sres. Calderón y Paul descubrieron una variedad de marga gredosa, á que dieron el nombre de la localidad <sup>(1)</sup>. Esta roca, que forma parte del sistema, se halla incluida entre las margas abigarradas yesíferas, asociadas á las ofitas, con caracteres idénticos á los de las del trias. Entre Morón y la sierra de Esparteros hay, á orillas del arroyo Salado, un asomo de ofita cristalina, en torno del cual esas margas yesíferas se doblan con un espesor de más de 100 metros, intercalándose dos capas potentes de moronita, y cubriendo al conjunto los bancos de caliza que sobresalen en el cerro llamado Cueva de los Palomos. La capa de moronita

(1) *La moronita y los yacimientos diatomáceos de Morón. An. de la Sociedad Esp. de Hist. Nat.*, tomo XV, pág. 477.

más septentrional asoma en la Boca del Tarajal, denudada en más de 50 metros de largo en la orilla de dicho arroyo.

Subiendo de este último á la carretera de Pruna, y continuando por ésta hacia Morón, se hallan otros afloramientos de la misma roca, reducida á capitas superficiales en el cerro del Pontón, con altitudes comprendidas entre 180 y 200 metros.

El principal yacimiento de la moronita se halla en la cuesta de los Orcaderos, cuya cima se eleva de 70 á 80 metros sobre las cañadas que la limitan, y la cual está situada junto al camino de Coripe, á siete kilómetros de Morón, en la vertiente meridional de la sierra jurásica de Esparteros (400 metros). Al pie de ella las margas abigarradas que en la parte opuesta afectaban penetrar bajo las calizas jurásicas, descansan normalmente sobre éstas; superposición que basta para demostrar que no deben incluirse en el triásico tales capas epigénicas. Se doblan aquí en un anticlinal cuya rama N. se sobrepone al jurásico, al paso que la otra se tuerce gradualmente hasta hacer un pliegue inverso en la citada cuesta de los Orcaderos, donde se muestra la moronita con más de un kilómetro cuadrado de extensión.

Esta formación diatomácea se distingue desde lejos por su color blanquecino, si bien de cerca se ven en la roca manchas rojizas en un fondo agrisado. Al perder su coherencia por los agentes atmosféricos, la moronita se convierte en una tierra finísima, de color gris amarillento, al propio tiempo que se cubre de una cascarilla silícea muy compacta y bastante impermeable para defender á la masa subyacente de la acción de las aguas. Donde los arroyos cortaron la roca, ésta se cuarteja y desmorona en fragmentos irregulares.

«No se distinguen en la roca, agregan los Sres. Calderón y Paúl, los planos de estratificación de los de fractura, pues aquéllos se borraron bajo la influencia de las grandes presiones que sufrieron las capas, plegándose en tan alto grado como las margas yesosas, entre las cuales se intercalan.» Su espesor no baja de 50 metros en la Boca del Tarajal, y todavía es mayor en la cuesta de los Orcaderos.

La moronita es una roca sin brillo, ligera, áspera al tacto, que se adhiere á la lengua, y tratada por un ácido, se descompone en dos

partes: una atacable, formada de carbonato de cal, y otra insoluble, que es un residuo de sílice, arcilla y otras impurezas. A trechos contiene nódulos de menilita, más compactos y opacos que la roca, alrededor de los cuales se forman las manchas ocráceas. Viene á ser la moronita una especie de tripoli margoso, y en ella distingue el Sr. Calderón una variedad terrosa que domina en la parte superior, ó sea una costra descompuesta, y otra variedad coherente, más densa y más compacta, á que llaman *tosca* en el país. Abundan en ella extraordinariamente los ejemplares de *Coscinodiscus*, y si se examina al microscopio el residuo insoluble en los ácidos, se ven entre su masa anorfa restos variados de policistinas é innumerables diatomeas de los géneros *Aulacodiscus*, *Cestodiscus*, *Asterolampra*, *Goniothecium*, *Grammatophora* y *Arachnoidiscus*.

La posición dislocada de las capas de moronita y de margas yesíferas por uno y otro lado de la sierra de Esparteros, es el resultado del empuje lateral y más ó menos oblicuo que sufrieron entre dos masas muy resistentes de caliza, apareciendo las ofitas en los anticlinales cuando las presiones fueron capaces de hacer buzar aquellas capas de 60 á 70°.

«Estas manifestaciones de la energía con que las acciones mecánicas y químicas han obrado en la región, agregan dichos señores, se revelan en todo su desarrollo desde Coripe á la sierra del mismo nombre, al pie de la cual corre el Guadalporcum en el fondo de un tajo casi vertical de 100 metros. A un lado quedan cortadas las cabezas de caliza numulítica que coronan la sierra hasta la altitud de 500 metros, y el tajo que las desgarran representa la potente falla que puso los estratos en la posición en que se hallan.» Bajo las capas calizas se desarrolla en un anticlinal la formación yesosa por ambos lados del río, y desgarrada por la ofita cristalina que la produjo, al propio tiempo que causó efectos metamórficos en diversos grados de intensidad en las calizas. Cuando éstas se hallan poco ó nada metamorfoseadas, son compactas y de color gris azulado; y por el contrario, cuando dichos efectos llegaron á su mayor grado, se convirtieron en yeso. Un primer grado de su metamorfismo consiste en

volverse más oscuras y cavernosas, y estar cruzadas por venas espáticas, como se observa en las canteras de la Peña, junto á Morón, donde se hallan convertidas en mármoles en extensiones demasiado pequeñas, pues se altera su uniformidad por cavidades irregulares, tapizadas de aragonito concrecionado, blanco ó rojo amarillento.

También se ven en la localidad transformaciones de la caliza en una especie de brecha de fragmentos de diversos tamaños, muchas veces dolomíticos, que se descomponen antes que el resto de la roca, y dejan á ésta cuajada de cavidades cuneiformes.

De todas las transformaciones, la que da por resultado el yeso es la más importante por su extensión y por la magnitud de la causa que supone; y relacionados con su formación, yacen los depósitos de azufre, los volcancitos fangosos y los manantiales salados y sulfurados de Morón y de Coripe.

Cerca de Morón las calizas eocenas asoman en crestones verticales ó inclinados al SO. entre las arcillas, que, como más fáciles de atacar por las acciones atmosféricas, las dejaron aisladas. Aparte de esto, por la mayor flexibilidad de sus capas, las arcillas y margas cedieron á las presiones y se doblaron en diversos pliegues, quedando comprendidas en segmentos entre las calizas sobrepuestas, y cortadas por fallas, probablemente superficiales, que no alteraron la integridad de las capas profundas.

Preparando secciones delgadas en ciertas calizas más blancas y terrosas que se explotan para las construcciones junto á Morón, se reconoce una abundancia exorbitante de globigerinas y foraminíferos, presentando entera identidad con la roca zoógena que en las cercanías de Freiburg caracterizan el terciario inferior.

En el eoceno de Coripe hay una caliza compacta gris, áspera al tacto y con poros finos, que, examinada al microscopio, resulta una brecha microscópica de globigerinas.

En una capa que forma parte de la cima del serrijón de Los Charcos, se comprobó la presencia del *Nummulites Murchisoni*, Brun., y del *N. atessica*, Arch., dos especies que caracterizan la parte media del sistema.

## Cádiz.

Lo mismo que en las provincias limítrofes de Sevilla y Málaga, el eoceno de la de Cádiz se compone de calizas compactas alternantes con margas y arcillas, con algunas areniscas en capas repetidamente plegadas y dislocadas. Los pliegues afectaron á la vez al eoceno y al mioceno, en muchos sitios tan próximos, que por efecto de la denudación de los vértices anticlinales, el sistema inferior asoma en gran número de fajas entre otras del otro sistema, lo cual ha motivado hasta la fecha las dificultades de su conveniente separación, y el que Macpherson los haya descrito juntos en su bosquejo <sup>(1)</sup>; pero advierte que, de un modo general, la mayor parte de la depresión de la laguna de Janda, los terrenos bajos comprendidos entre Medina y Alcalá de los Gazules, y de los valles del Palomares y del Guadiaro, están formados por el eoceno inferior, mientras que las cumbres de las sierras y lomas que los limitan lo están por las areniscas del eoceno superior, en varios puntos cubiertas por el mioceno.

Por la parte septentrional de la provincia comienza el eoceno por una caliza margosa blanca muy deleznable, á la que se sobreponen arcillas y margas; y en la parte meridional alternan las calizas compactas, en sitios cristalinas, con arcillas endurecidas, á las que siguen areniscas sin fósiles. Estas dos zonas eocenas se deslindan según una línea que comienza cerca del cabo Roche y se alinea al NE., cruzando entre Villamartín y Prado de Rey.

Entre la caliza blanca de la base se intercalan lechos muy delgados, formando un aglomerado de numulitos en el arroyo Salado, desde la Salineta de Guerra hasta el Zurraque, á 12 kilómetros al SE. de Puerto Real; y con frecuencia esa misma caliza se hace muy hojosa en varios sentidos, siendo muy difícil distinguir sus caras de estratificación. Al E.NE. del mismo Puerto Real los trabajos de

(1) *Bosquejo geológico de la prov. de Cádiz*, pág. 76.



las canteras descubrieron esa caliza con muchos lisos de resbalamiento y vetas espáticas en todos sentidos.

Libre de las acciones epigénicas el sistema se sobrepone con 500 á 500 metros de espesor á las margas neocomienses en la sierra y en la venta del Valle, y por el camino de Medina á Arcos, donde termina con otra caliza silicea, á la que suceden las arcillas por el N. y las areniscas hacia el S.

La arenisca califera y glauconiosa de Jerez, llamada *martelilla*, es notable por la gran cantidad de restos de espongiarios, de globigerinas y otros foraminíferos que contiene. Con este motivo, el Sr. Calderón hace esta curiosa observación (1): «Se sabe que las areniscas glauconiosas suelen contener granos que son moldes internos de foraminíferos, y se supone que las conchas de éstos debieron rellenarse por el silicato verde inmediatamente después de su muerte, y que, alterándose y desapareciendo más tarde las partes calizas, dejaron libres aquellos moldes internos por ser más resistentes á la descomposición. En dichas rocas glauconiosas el silicato se descompone antes que la caliza de los caparzones, haciendo porosa á la roca que los contiene; y en el microscopio se pueden seguir todos los grados de alteración, desde los foraminíferos rellenos de glauconia, hasta los vacíos, por el intermedio de otros en que el silicato está reducido á una materia térrea.»

«Examinando todas las rocas eocenas con foraminíferos de la región, agrega el Sr. Calderón, sorprende la variedad de aspectos, colores y estructura que ofrecen, hasta el punto de que su inspección megascópica no hacía sospechar en muchas de ellas que se trata de materiales zoógenos. En sección transparente recuerdan los más el *piáner* de Bohemia, y como éste son ricas en globigerinas, nodosarias y rotalias.

«Desgraciadamente, nuestro eoceno fosilífero está constituido por materiales tan compactos, que no permiten aislar los foraminíferos,

(1) *Foraminíferos fósiles de Andalucía. Actas Soc. Esp. de Hist. Nat.*, tomo XVII.

siendo casi imposible su determinación específica, y únicamente en la moronita es dado aislar algunos de dichos organismos; pero su examen arroja escasa luz sobre la cuestión presente, por ser la roca mucho más abundante en radiolarios que en foraminíferos.»

En casi todo el valle del Guadalete el eoceno se oculta debajo del mioceno, sin que se hayan precisado todavía los límites de ambos sistemas, mostrándose más á descubierto entre el Puerto de Santa María y Jerez de la Frontera por la sierra de San Cristóbal. En ésta, forma la base del eoceno la caliza margosa blanca con gran cantidad de numulitos, que gradualmente se hace cada vez más sabulosa, hasta pasar á una arenisca de granillos de cuarzo hialino con fragmentos de conchas y corales cimentados por caliza. Yacen estos bancos superiores en la cumbre de la sierra, y por su fácil labra se emplea mucho esa roca en las construcciones de ambas ciudades.

Por el extremo meridional de la provincia yacen con gran desarrollo las calizas asociadas á las arcillas pizarreñas y micíferas, según puede verse entre Tarifa y Algeciras. Cerca de estas localidades hay una caliza cenicienta, de fractura concoidea y muy compacta, que encierra con abundancia varias especies de cristelarias, textularias y otros foraminíferos, más comunes en el plioceno que en el eoceno.

Entre esas calizas abundan las que se subdividen en lechos delgados y que se utilizan para el solado de las poblaciones del litoral con el nombre de losas de Tarifa. Varían entre 1 y 20 centímetros los gruesos de estas calizas tabulares, separadas por otros lechos de arcillas rojas, verdosas y amarillas, en varios sitios abigarradas. Las calizas son más ó menos silíceas, muy duras, semi-cristalinas ó compactas, y empastan con abundancia granillos de glauconia que, por su color verdoso, caracterizan el sistema y le hacen reconocer donde faltan los numulitos. Así se observa entre Ronda y Grazalema, en la sierra del Aljibe, entre Medina y Chiclana y á orillas del Guadiaro. En algunos sitios las calizas se hacen brechiformes y empastan trozos de otras calizas de la serie secundaria.

Escasean generalmente los fósiles; pero algunos sitios hay, como

á tres kilómetros de Tarifa, siguiendo el camino de Algeciras, donde los numulitos abundan. En las margas blancas de la Salineta de Guerra se encuentran fosilizados en parte por la glauconia.

Cerca de Algeciras, y entre esta ciudad y Los Barrios, escasean las calizas y son reemplazadas por las arcillas compactas, micáceas y pizarreñas que tienen aspecto paleozóico. Estas calizas yacen con notable desarrollo entre Los Barrios y el Puerto del Moral, donde son amarillento-verdosas y muy micíferas, especialmente desde el estrecho á Jimena.

Cerca de Los Barrios, en uno de los desmontes de la carretera de Medina, las arcillas no son hojosas, sino compactas y veteadas de color de amaranto, coincidiendo las fajas en que se hallan descompuestas con los ejes anticlinales de sus distintos pliegues, según se ve en la salida de Jimena para Gaucín. En este punto asoman entre las arcillas rojas trozos de las pizarreñas no descompuestas; y lo mismo se observa entre Medina y el molino de Badalejos, entre Casas Viejas y Alcalá, entre Medina y Chiclana, cerca de Los Jarales y en otros muchos sitios.

Según Macpherson, la descomposición de estas arcillas, que es tan profunda en los ejes de fractura de los estratos y coincide con la abundancia del óxido de hierro, se debe á una acción epigénica.

Por regla general, las calizas ocupan el fondo de los valles y barrancos de las manchas eocenas de esta provincia, habiendo desaparecido por denudación las areniscas superiores, y rara vez asoman en grandes masas, sino en cerros redondos cubiertos por trozos angulosos, que son de grandes dimensiones entre Paterna y Alcalá de los Gazules, y los cuales, á veces, están parcialmente enclavados en la tierra vegetal, y otras lo están completamente superpuestos y apiñados unos sobre otros, notándose que no fueron llevados de un nivel superior, sino amontonados por los arrastres de las aguas, pues se ven los estratos hendididos en todas direcciones y socavados los tenues lechos de arcilla que los separan.

En general, estas calizas son de color gris amarillento con granos verdes de glauconia; están atravesadas por vetas y nódulos de

pedernal, y en algunas capas las forma un conglomerado de numulitos.

Las areniscas superiores del sistema son pardo-amarillentas y fino-granudas; pero en sitios aumenta el volumen de sus elementos y llegan á ser unas pudingas de guijo menudo, como se ve en la dehesa Arenales, entre Medina y Casas Viejas, entre Tarifa y Algeciras, á orillas del Guadalmesi y entre Ubrique y Algar.

Sitios hay, entre Medina y Torre Estrella, donde la arenisca es tan blanca como la nieve, y en otros se halla tenida de rojo por los óxidos de hierro y toma la apariencia de una roca triásica entre Los Barrios y las casas del Castaño. Entre Medina y Paterna alternan con lechos de arcilla plástica de color de miel, observándose tránsitos entre las dos rocas por toda esta parte de la provincia, hasta el Cabo de Trafalgar, principalmente en la base de los cerros de Patria y de Vejer.

La contemporaneidad de las areniscas y arcillas eocenas se ve también por ambos lados de las manchas secundarias comprendidas entre Ronda y Grazalema. En varios parajes faltan las calizas del sistema, y están en contacto directo con el infracretáceo y el jurásico superior las areniscas muy duras y compactas en algunos bancos. En la meseta de Ronda se ocultan bajo la caliza tosca y las arenas miocenas; y en resumen, la disposición de los depósitos eocenos, con relación á los secundarios, parece indicar que se formaron en un fondo bajo ó archipiélago que, influyendo en la dirección de las corrientes y de los sedimentos, se constituyeron con caracteres distintos á cada lado de aquél, y con caracteres intermedios los de la zona de menor profundidad.

La sierra del Aljibe, que alcanza más de 1000 metros de altitud y está enclavada entre dos ejes de levantamiento, se compone en su cumbre de dichas areniscas, apoyadas sobre las calizas del sistema que asoman hasta 550 metros de altura sobre el mar, donde aparece su contacto con las margas neocomienses en el puerto de las Palomas, al pie del Picacho. Por esta parte supone Macpherson que el numulítico tiene más de 1000 metros de espesor.

En la sierra de Retín, al desagregarse las areniscas, producen arenas rojas que fácilmente se pueden confundir con ciertos depósitos diluviales de igual apariencia.

El cerro de Santa Ana, al SO. de Chiclana, está formado de una caliza compacta de caracteres muy notables, en los cuales reconoció Macpherson una de las muchas señales de la acción epigénica que tan enérgica fué durante largo tiempo en el Mediodía de la Península. En sitios esa caliza está compuesta de granos de cuarzo y cemento calizo; en sitios es perfectamente homogénea y micáfera. Contiene considerable cantidad de magnesia; está acribillada de geodas cristalinas; es blanquecina, amarillenta y con manchas azuladas ó veteadas de estos colores, y contiene muchos moldes de gasterópodos, de peines y ostras, patas de crustáceos y algunos corallarios, uno de ellos muy parecido al *Caryophyllia truncata*, especie eocena.

Esta caliza se apoya sobre las margas numulíticas que asoman en los desmontes de la carretera de Chiclana á los baños de Fuente Amarga, pasando por gradaciones insensibles á las arcillas y á los yesos abigarrados, los cuales se ajustan á un eje anticlinal. Las calizas del cerro de Santa Ana reaparecen en el del Molino de Viento, que se halla á un quilómetro de la Fuente Amarga, y al pie del cual aquellas adquieren colores más oscuros y mayor compacidad, y se hacen gradualmente más indiscernibles los fósiles que contienen, al paso que se presentan con sucesivo aumento en cantidad y volumen los cristales bipiramidales de cuarzo, acompañados de prismas hexagonales de aragonito. Las calizas pierden, por fin, su compacidad, se hacen cavernosas y alternan con arcillas igualmente llenas de cristales de cuarzo, y entre ellas se intercalan cristales y vetas de yeso cerca de los Baños de Fuente Amarga, junto á los cuales las citadas calizas pasan á dolomías pizarreñas.

En la parte superior de esta formación, cerca del Molino, se encuentran trozos de arcilla bituminosa y algún cristal de azufre en las geodas cristalinas de la masa de estas calizas, que llaman *pedra san-tanera* los canteros del país, quienes aseguran que al romper la roca

se suelen desprender gases con fuerte olor de hidrógeno sulfurado. Todos estos caracteres demuestran claramente la acción epigénica que en las capas terciarias se ejerció en época relativamente moderna.

Otro ejemplo notable de esta acción se observa en el arroyo Salado de la Salineta de Guerra. A partir de los pinares de Puerto Real, en cuanto se atraviesa el río Zurraque, se encuentran los estratos pliocenos con *Pecten cristatus* violentamente levantados, sobrepuestos á las arenas margosas, á su vez superiores á las margas blanquecinas numulíticas. Conforme nos acercamos al primer anticlinal, estas margas se tiñen por el óxido de hierro con un color rojizo veteadas. A 50 metros antes de llegar á la primera masa de yeso que ocupa el eje de ese pliegue, apenas se ven trazas de magnesia en los estratos numulíticos; pero desde aquí esta substancia va gradualmente en aumento hasta llegar al 20 por 100, pasando á una dolomía en su contacto con el yeso, haciéndose la roca más dura y compacta. A poca distancia de ahí esta identidad de aspecto se pierde y empieza la roca á hacerse cavernosa en unos sitios, deleznable y arcillosa en otros, abigarrándose gradualmente hasta pasar á la formación normal de yesos y dolomías.

En el anticlinal de este pliegue los yesos asoman en corto trecho, pues á los 50 ó 60 metros reaparecen en el fondo del arroyo las margas eocenas, pasando por las mismas gradaciones. Iguales variaciones se repiten en el segundo pliegue, y todavía más marcadas en el eje sinclinal que precede al tercero en el fondo de un barranco, donde asoma una capa de dos metros de una marga dolomítica rojiza, cuyo color va perdiendo en su prolongación por los cerros inmediatos. A los cuatro metros del fondo del barranco esa roca magnesiana pasa á cada lado á otra marga gris, también dolomítica, que por una parte se confunde con las arcillas yesosas, y por la otra se convierte en una dolomía negra, á la que siguen con gran espesor las arcillas y los yesos.

En el sinclinal intermedio á los anticlinales 3.º y 4.º, no asoman las margas numulíticas, sino una dolomía con moldes muy mal con-

servados de *Pecten*, *Natica* y otros moluscos, acompañada de areniscas y arcillas.

Transformaciones epigénicas semejantes se observan también en las capas eocenas que asoman á un quilómetro al E.NE. de Puerto Real, entre el cerro de Ceuta y las caleras, por donde las capas terciarias se doblan en un sinclinal ocupado en su fondo por las arenas pliocenas, debajo de las cuales yacen las arcillas y margas miocenas, en contacto con yesos y arcillas abigarradas de aspecto triásico en el cerro de Ceuta, y directamente apoyadas sobre las calizas blancas numulíticas en las canteras. Pero en esas arcillas, junto á los yesos, se intercalan lechos muy delgados de carbonato de cal. En la parte superior de estos yesos, á corta distancia de las arcillas, hay empastados muchos trozos de caliza blanca margosa idéntica á la de las canteras, que pasan por gradaciones insensibles á las otras dos rocas. Unas veces están en placas ajustadas á las caras de junta de los estratos, y otras veces se ven aislados en formas redondas entre los yesos y las arcillas, encerrando á su vez grandes agujas de yeso.

A 500 metros más al E., en el mismo cerro de Ceuta, con las mismas arcillas y trozos de caliza se mezclan unas areniscas que á cada paso cambian de caracteres, pues ya son duras y compactas, muy micíferas y de color rojo obscuro, ya pasan á arcillas rojas y azuladas, ó bien son amarillas muy deleznable con restos de moluscos y de plantas indeterminables. En todas esas rocas abundan los cristales de aragonito.

En la subida á Medina por la carretera de Chiclana, las calizas eocenas inmediatas á las areniscas se hallan transformadas en dolomías, y las arcillas intercaladas en ellas se hacen abigarradas por la influencia metamórfica que produjeron los yesos de este sistema en otras localidades. Esta influencia se nota también á quilómetro y medio de Medina, siguiendo la carretera de Paterna, donde, además de las calizas, se encuentran modificadas las areniscas y arcillas plásticas, que están cruzadas en todas direcciones por vetillas de yeso. Los bancos yacen violentamente dislocados y en relación con el eje de fractura al que se ajustan los islotes de olita que levantaron á

aquéllos hasta la vertical en los cerros de la Media Legua y en la Peña Arpada. Pasado este anticlinal, á poca distancia de Paterna, con las areniscas se mezclan los yesos, que adquieren gran desarrollo.

Al S. del mismo pueblo, entre las arcillas y margas terciarias, hay un manchón de yeso cuya prolongación al E.NE. pasaría por los montes de Espera, donde las calizas bastas adquieren una textura cristalina, probablemente por la misma acción epigénica; y modificaciones parecidas se observan entre Paterna y Puerto Real, desde la laguna del Taraje al puerto de Buena Vista, donde las calizas y margas numulíticas se hacen cavernosas y abigarradas.

De todos estos datos se deduce que las arcillas y yesos abigarrados de apariencia triásica no son exclusivos de una sola formación, sino que se presentan con idénticos caracteres, principalmente en las comarcas donde abundan las olitas. Estas salieron á luz, de preferencia, en los vértices de los pliegues de las capas, por ser éstos donde el terreno ofreció menor resistencia, y en los tiempos de su aparición, que pudieron ocurrir desde los comienzos de la serie secundaria hasta muy avanzada la terciaria, las aguas termales, cargadas de diversas sustancias mineralizadoras, se fueron infiltrando é impregnando los estratos, ocasionando diversas reacciones, la más importante de las cuales fué la transformación del carbonato de cal en sulfato. Las emanaciones de los antiguos manantiales próximos á las olitas obraron también como disolventes, produciendo cavidades que se rellenaron después por otras sustancias, al par que provocaron grandes dislocaciones estratigráficas.

## CAPÍTULO XII

### SISTEMA OLIGOCENO

#### GENERALIDADES

Por largo tiempo muchos de los individuos que practicamos las primeras observaciones para estudiar la constitución geológica de la Península, siguiendo la antigua clasificación de Lyell, no considerábamos en la serie terciaria más que los tres sistemas *eocono*, *mioceno* y *plioceno*, incluyendo en el segundo el cuarto término de la misma, generalmente admitido con el nombre de *oligoceno*. Como ya se dijo al comienzo del capítulo anterior, no faltaron geólogos, sin embargo, que clasificaron los terrenos terciarios en los cuatro miembros ó sistemas que hoy se señalan, dando al segundo el nombre de *proioceno* los Sres. Cortázar para la provincia de Valladolid, Gil Maestre para la de Salamanca, Puig para la de Zamora, Maureta y Thos para la de Barcelona.

Con relación á las formaciones terciarias de la provincia de Teruel, el Sr. Cortázar advierte que la única que se presenta claramente caracterizada es la miocena, si bien hay motivos para sospechar la existencia en la cuenca del Alfambra del oligoceno, en el cual incluye también las gonfolitas y maciños que en Segura se sobreponen á las calizas danesas <sup>(1)</sup>. Mas por las dificultades de su distinción en el terreno, se explican y detallan en conjunto los datos locales de ambos sistemas, prefiriendo también yo, como es natural,

(1) *Bol. Mapa geol. de España*, tomo XII, pág. 432.

á causa del enlace con que han sido expuestos en diversas Memorias, el incluirlos unidos en el capítulo siguiente.

Posteriormente á la publicación de las Memorias geológicas de las citadas provincias, distinguieron y describieron el oligoceno los señores Adán de Yarza en Alava y Palacios en Soria y Zaragoza.

El Sr. Larrazet, en 1896, describe como oligocena una gran parte de la mancha miocena del Duero y del Ebro comprendida en la provincia de Burgos, viniendo á demostrar que las clasificaciones de proiceno dadas á varias capas terciarias de las provincias antes mencionadas, están perfectamente acertadas, así como las designadas con el propio nombre de oligocenas por los Sres. Palacios y Adán de Yarza.

En 1905 anunció el Sr. R. Douvillé otro descubrimiento importante relativo al sistema de que se trata, cual es que muchas capas terciarias del valle del Guadalquivir y del SE. de España que se habían incluido en el eoceno ó en el mioceno, son más bien oligocenas <sup>(1)</sup>. Pero hay que advertir que en esta parte de la Península no son de origen lacustre, sino marino, las zonas cuya filiación cronológica se enmienda.

Con motivo de la reunión extraordinaria celebrada en Barcelona por la Sociedad Geológica de Francia, el Sr. Depéret agregó, en 1898, nuevas observaciones, rectificando algunas de los Sres. Maureta y Thos relativamente al oligoceno ó proiceno de la misma provincia <sup>(2)</sup>.

Y por fin, en el corriente año, la Real Academia de Ciencias y Artes de dicha ciudad ha publicado la interesante Memoria de los Sres. Vidal y Depéret, titulada *Contribución al estudio del oligoceno en Cataluña*, de cuyo contenido se deduce que la mayor parte de las capas terciarias de la cuenca del Ebro, clasificadas hasta la fecha como miocenas, deben ser trasladadas al oligoceno, al que dichos

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 4.<sup>a</sup> serie, tomo III, pág. 620.

(2) *Aperçu général sur la bordure nummulitique du massif ancien de Barcelone et étude de la faune oligocène de Calaf*. *Bull. Soc. géol. de France*, 3.<sup>a</sup> serie, tomo XXVI, pág. 720.

geólogos dan mucha importancia, sin que me atreva yo á decir que demasiada. Trasladan también al oligoceno todas las fajas de la misma cuenca que han sido designadas en varias provincias con el nombre de eoceno lacustre, y advierten, como así es la verdad, que «entre los Pirineos y la meseta ibérica el terciario lacustre ocupa una gran parte de las provincias de Zaragoza y Huesca y penetra en Cataluña por la de Lérida, de donde se extiende á través de Gerona, para detenerse al contacto del macizo antiguo del litoral catalán y de las cadenas lindantes con la costa mediterránea.»

Atendiendo las investigaciones y advertencias de los Sres. Vidal y Depéret, hubiera yo trasladado á este capítulo cuantos datos quedan apuntados en el anterior referentes al grupo lacustre del eoceno, si su importante trabajo hubiese llegado á mi poder antes de dar comienzo á la impresión de este volumen.

Mayores dificultades encuentro ahora para segregas del mioceno la parte que, en definitiva, habrá de incluirse en el oligoceno. Descrietas como miocenas la mayor parte de las cuencas terciarias lacustres de la Península, se nos hace muy difícil marcar en cada provincia la línea de separación entre ambos sistemas, pues á la falta ó rareza extrema de datos paleontológicos, se agrega la analogía, por no decir identidad, de sus caracteres petrológicos.

Por lo que se refiere especialmente á la cuenca del Ebro (Alava, Navarra, Rioja, Aragón y Cataluña), parece muy natural, y así lo creo, que desde la remota fecha en la cual dió comienzo la salida del fondo de los mares de las capas eocenas, hasta que éstas se alzaron á más de 5000 metros de altitud en las cumbres de los Pirineos, no habiendo sido, como no pudo ser, repentina tan colossal emergencia, tiempo y lugar hubieron para que en esa cuenca se acumulasen depósitos lacustres de muy distintas edades, á partir del comienzo del oligoceno. Y no debió ser ciertamente la formación miocena la de menor importancia, pues al mioceno superior corresponden los restos orgánicos mejor caracterizados y más difundidos que en el terciario lacustre de la Península se han encontrado hasta la fecha.

Esto no obsta para que se tenga presente la siguiente conclusión con que los Sres. Vidal y Depéret dan cumplido remate á su interesante Memoria: «El principal resultado del presente trabajo, dicen, será haber demostrado que la potente formación terciaria de Cataluña, hasta aquí referida en su mayor parte al mioceno lacustre, es en realidad *oligocena*, y sucede en perfecta concordancia á los depósitos eocenos del contorno de la cuenca. Esta conclusión se aplica, no sólo á la cuenca lacustre de Cataluña, sino también á las partes vecinas del reino de Aragón, lo cual nos hace entrever la posibilidad de comprender asimismo en el oligoceno la mayor parte de los depósitos lacustres terciarios del centro y del N. de España. Si se dejan aparte los pequeños depósitos que en Madrid, Teruel y Valladolid han suministrado osamentas de mamíferos, tales como *Hipparion gracile* y mastodontes, cuya edad miocena superior no es dudosa, quedan aún grandes extensiones cuyos caracteres litológicos recuerdan más bien los de la serie oligocena de Cataluña, y de las que los pocos fósiles citados hasta hoy, como son *Lymnaea longiscata*, *Planorbis cornu*, etc., parecen justificar esta apreciación.»

En definitiva, para varias provincias donde existe el oligoceno y se incluyó en el mioceno, son necesarias nuevas y detenidas exploraciones que permitan deslindar y distinguir mejor ambos sistemas.

EXTENSIÓN.—Tal como se halla reducido en el Mapa general el oligoceno, sólo figura con 994 kilómetros cuadrados de extensión, de los cuales corresponden 516 á la provincia de Burgos, 245 á la de Soria, 189 á la de Alava y 44 á Navarra; pero en realidad alcanza una cifra mucho más elevada, pues se incluyen muy grandes superficies del mismo sistema en el mioceno de las provincias de Lérida, Tarragona, Barcelona, Zaragoza, Huesca, etc. Por tal razón, en la enumeración de las manchas sólo figuran las tres que hay dibujadas; pero su relación en ediciones sucesivas del Mapa habrá de ser mucho más larga.

### CARACTERES PETROLÓGICOS

Conglomerados, maciños, molasas, margas calizas y yesos, de caracteres muy semejantes á los del mioceno, entran en la composición del oligoceno.

Los conglomerados son poligénicos en extremo, pues entran en su composición todos los elementos de las rocas anteriormente formadas. Las variaciones de tamaño y composición se detallarán más adelante.

Los maciños, molasas y margas suelen ser de tonos rojizos principalmente, sobre todo en la cuenca del Ebro, donde se ha señalado el sistema con descripciones y datos más seguros y mejor comprobados. Las margas del oligoceno marino del valle del Guadalquivir son blanquecinas y gris-oscúras, apenas discernibles de las de los otros sistemas terciarios.

Las calizas son generalmente blancas ó de colores muy claros, silíceas en unos puntos, arcillosas y formando tránsitos á las margas en otros, y los yesos son blanquecinos ó grises, rara vez abigarrados, con todas las variedades de textura que suelen ofrecer en otras formaciones.

### CARACTERES PALEONTOLÓGICOS

El oligoceno en las cuencas del Ebro y del Duero es exclusivamente de origen lacustre ó de agua dulce; el del valle del Guadalquivir únicamente marino, y en ambas regiones, hasta la fecha, es muy reducido el número de especies.

En la cuenca del Ebro el *Melanopsis* vel *Melanoides albigensis* y *Nystia Duchasteli* son las especies más típicas, y en la misma, así como en la del Duero, vienen otras de los géneros *Helix*, *Planorbis*, *Hydrobia*, *Lymnaea*, *Potamides*, *Neritina* y otros pulmonados, aso-

ciados también en Cataluña á restos de varios mamíferos y á algunas plantas que se citarán en los lugares respectivos. Fósiles son esos que dan especial interés al sistema y han servido para segregarlos del mioceno lacustre, con el que se habían confundido por largo tiempo.

Otro tanto se puede decir de la especie de *Lepidocyclina*, foraminífero con el cual se prueba la presencia del oligoceno marino en el valle del Guadalquivir.

#### CARACTERES ESTRATIGRÁFICOS

A medida que se asciende por la escala cronológica de las formaciones, los estratos yacen menos dislocados y menos segmentados por fallas. Esto es muy natural; mas no se crea por ello que las capas oligocenas yacen horizontales ó poco inclinadas, pues, por el contrario, como se verá en los detalles que siguen, es regla general que se presenten con inclinaciones superiores á 45° y hasta casi verticales en algunos parajes. Esto es una prueba más de que la corteza del globo que habitamos nunca ha estado en reposo, sino siempre sujeta, por tiempo indefinido, á interminables sacudidas.

#### ENUMERACIÓN DE LAS MANCHAS

**MANCHA DE MIRANDA DE EBRO.**—Entre Sobrón ó Ireio los aluviones del Ebro casi enteramente dividen en dos fracciones desiguales una mancha oligocena que toca al cretáceo por el SO. desde Piedralagna hasta dicho Ireio, contorneándola interpuesta en el resto de su perímetro la fajita eocena con que comienza á Poniente la gran mancha numulítica cántabro-pirenáica. La oligocena mide 479 kilómetros cuadrados, de los cuales corresponden 246 á la provincia de Burgos, 189 á la de Alava y el resto á la de Navarra.

**MANCHA DE VILLARCAYO (BURGOS).**—Villarcayo se halla en el extre-

mo NO. de otra mancha que mide 270 kilómetros cuadrados, circunscrita por la fajita anular eocena descrita en el capítulo anterior; una y otra apoyadas sobre la grande cretácea cántabro-pirenáica.

**MANCHA DE GÓMARA (SORIA).**—Apoyada al O. sobre el eoceno, limitada al S. por el mioceno y en los otros rumbos por el cretáceo acompañado de otras manchas diluviales y miocenas, hay al SE. de Soria otra oligocena, que se prolonga al SE. hasta Deza en una fajita estrecha apoyada sobre las vertientes occidentales de Alto Cruz (1511 metros). Mide 245 kilómetros cuadrados de extensión y tiene en su parte media á Gómara como población más importante.

#### DATOS LOCALES

Se trasladan al capítulo siguiente muchos datos locales de las provincias en las cuales ni siquiera se ha iniciado el deslinde del oligoceno y del mioceno; pero á continuación se consignan los relativos al sistema que se han acreditado con observaciones seguras.

#### Alava.

Según advierte el Sr. Adán de Yarza <sup>(1)</sup>, mayor extensión que el eoceno ocupan en Alava los depósitos lacustres más modernos, los cuales aparecen divididos en dos cuencas distintas: una dependiente de la del Ebro, designada con el nombre de Rioja Alavesa, y otra separada de la primera por la cordillera cretácea de Toloño, y que en extensión mucho más reducida ocupa la mayor parte del Condado de Treviño y se prolonga al O. hasta los confines de Burgos. Los conglomerados eocenos la limitan por E., N. y O., y las calizas de Peñacerrada y Portilla, con las de la sierra de Toloño, por el S., prolongándose esta línea por las montañas de Sobrón, igualmente cretáceas, dejando á la orilla derecha del Ebro un buen espacio ocupado

(1) *Descr. fis. y geol. de la prov. de Alava*, pág. 90.



por estas rocas terciarias lacustres, que rebasan en el sentido de su anchura los límites de Alava, quedando cubiertas por aluviones cuaternarios en las cercanías de Miranda, Puentelarrá, Espejo y Armiñón.

La longitud de esta cuenca lacustre, tomada entre Albaina y Quejo, sin contar los conglomerados eocenos, viene á ser de 45 kilómetros, y su anchura, entre La Puebla y Portilla, próximamente de 11, prescindiendo de las calizas de este último punto.

Comparando los estratos de la cuenca de Treviño y Miranda con los de la Rioja Alavesa, se notan diferencias muy notables. Los primeros yacen con inclinaciones bastante fuertes, como si hubieran estado sujetos á los últimos movimientos que trastornaron las rocas cretáceas en que se apoyan; en tanto que los segundos conservan casi siempre su horizontalidad, mostrando cuando más algunas ondulaciones en su contacto con el cretáceo. Esta circunstancia induce á pensar que los de la primera cuenca se depositaron antes que los de la segunda.

Verneuil indicó que el relleno de ambas debió haber sido sucesivo y que las capas de la de Treviño pudieran ser el equivalente del grupo de Sabarat y Castelnaudary. Pero la molasa yesífera de Castelnaudary y las calizas lacustres de Villeneuve están comprendidas, sobre las areniscas de Issel, en el tercio inferior del grupo de Carcasona, que Leymerie asimiló á la pudinga de Palassou; y como los conglomerados de Alava son también, según todas las probabilidades, el equivalente de ese mismo término, el más moderno del eoceno, y las molasas y calizas de la cuenca de Treviño les son evidentemente superiores, es más lógico referirlas, aunque con las salvedades anejas á la carencia de caracteres paleontológicos, al oligoceno.

«Mientras no se aduzcan pruebas fundadas en contrario, agrega el Sr. Adán, consideraré como oligocenas las capas lacustres de la cuenca de Treviño que, por sus detalles estratigráficos, parecen más antiguas que las de la gran cuenca del Ebro y que se apoyan en estratificación concordante sobre los conglomerados del eoceno supe-

rior, y confirmaría más esta clasificación la circunstancia de que el grupo de Carcasona no sea paralelo al de esa pudinga de Palassou, sino un poco más abajo, como algunos pretenden. Pero sería aventurado, porque los caracteres orgánicos no prestan el auxilio necesario al efecto, asegurar si dichas capas corresponden al tramo *Tongriano* ó al *Aquitánico* del mencionado sistema.»

Marchando hacia Peñacerrada, sobre las areniscas, 6 (fig. 53), las calizas senonenses, 7, y los conglomerados calizos eocenos de San Vicentejo, 9, se apoya una arenisca margosa ó molasa poco coherente, de color pardo claro, 10, en capas que buzán al S., disminuyendo gradualmente su inclinación, hasta ponerse casi horizontales antes de llegar al río Ayuda, hacia cuyas márgenes muestra buzamientos opuestos, acentuándose el meridional en la izquierda. Sobre las molasas descansan calizas blancas, 11, con fragmentos de cuarzo y restos de conchas lacustres, y á ellas se sobreponen otras molasas y margas sabulosas, 12, dobladas en un sinclinal poco pronunciado, asomando en su remate meridional, por bajo de ellas, la continuación de las calizas precedentes, 11, sujetas al mismo pliegue. Los bancos, 6, de esas calizas, que corresponden á la

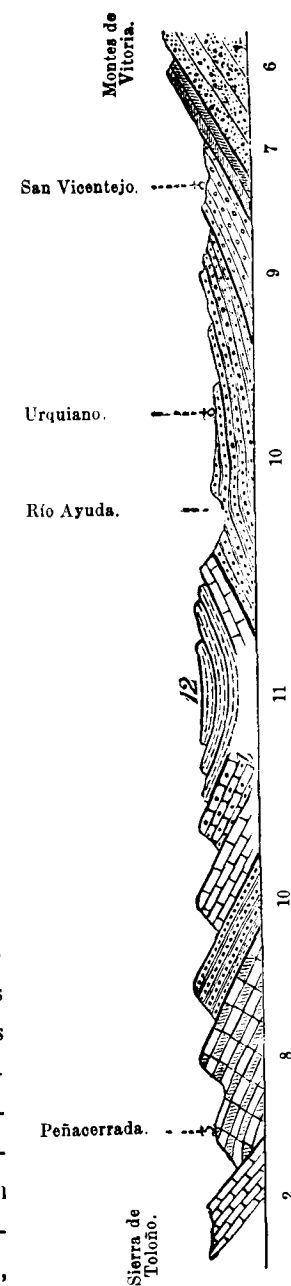


Fig. 38.—Corte de la sierra de Tolosa á los montes de Vitoria, según el Sr. Adán de Yarza.

rama meridional del mismo, empastan trozos angulosos de cuarzo, con el aspecto de una brecha y se explotan para labrar muelas. Continuando hacia la sierra de Toloño, asoman, por bajo de las calizas, las molasas de las márgenes del río Ayuda y de Uzquiano, 10, con buzamiento al N., intercalándose en ellas algunos bancos de conglomerado calizo de cantos pequeños.

Estas rocas se apoyan sobre las calizas eocenas, 8, de Peñacerrada, las cuales, á su vez, yacen discordantes sobre las cretáceas, 2, de la sierra de Toloño.

En la cuenca de Treviño no se descubren las calizas blancas de Peñacerrada, sino que las molasas y margas superiores á ellas se ponen en contacto con las calizas cretáceas de la sierra de Toloño,

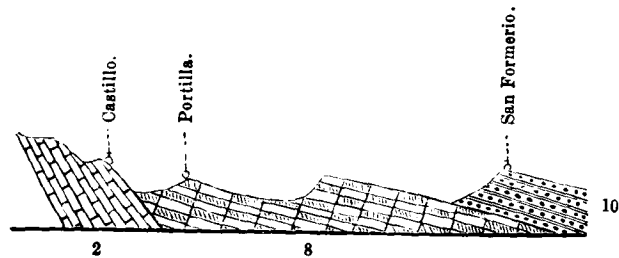


Fig. 39.—Corte del castillo de Portilla á San Formerio, según el Sr. Adán de Yarza.

que allí hacen un saliente relacionado con el isleo ofítico de Paqueta. A causa de su buzamiento septentrional, las formas que la denudación comunicó á los cerros son inversas á las de las rocas cretáceas del NO. de la provincia, es decir, que las vertientes meridionales son muy escarpadas, presentando las septentrionales la inclinación que señalan los estratos. El corte de la figura 59, trazado desde el castillo de Portilla á la ermita de San Formerio, marca bien esta configuración del terreno, que se hace muy perceptible desde Miranda y sus inmediaciones. Sobre las calizas cretáceas, 2, de la sierra de Toloño, yacen discordantes en Portilla las eocenas, 8, á las que se sobreponen las molasas oligocenas, 10.

En la parte occidental de la cuenca de Treviño, hacia Salinas de

Añana, apenas se descubren calizas, resultando más homogénea la constitución del sistema, compuesta casi exclusivamente de la molasa pardo-amarillenta, desgarrada por los asomos ofíticos de Salinas de Añana, acompañados de yeso y manantiales salados.

Las capas de la molasa lacustre se levantan, acercándose á la vertical, en los bordes occidentales de la cuenca, como si hubieran obedecido al mismo movimiento que trastornó las rocas cretáceas.

En los términos de Nograro, hacia su extremo occidental, se intercalan entre dicha roca algunas capas de lignito y pizarra carbonosa.

Los únicos fósiles de esta cuenca son restos mal conservados de limneas, planorbis, paludinas y otros moluscos de agua dulce, que aparecen en algunas calizas, en las cuales se ven al microscopio muchos restos detríticos de conchas de rocas preexistentes.

Sólo, pues, en vista de sus condiciones estratigráficas, se han catalogado de oligocenas las molasas y calizas de la cuenca lacustre de Treviño y Miranda.

## Burgos.

Según se deduce de las observaciones del Sr. Larrazet <sup>(1)</sup>, este sistema tiene en la provincia de Burgos mucha más extensión que la que se señala en el Mapa general, pues á él corresponden, además de las manchas de Villarcayo y Miranda, una parte de la miocena del Duero y del Ebro, y otras pequeñas de las márgenes de este último confundidas con el cretáceo.

La composición de estas manchas es bastante compleja, pues están formadas por pudingas, molasas, margas, arcillas, yesos, calizas y arenas repetidas veces alternantes.

MANCHA DEL CENTRO DE LA PROVINCIA.—En el Mapa general se incluye en la gran mancha miocena del Duero toda la parte correspon-

(1) *Recherches géolog. sur la region orientale de la prov. de Burgos*, pág. 200.

diente al oligoceno, y siguen sin deslindar los límites que separan á ambos sistemas.

Con arreglo á un corte trazado por el Sr. Larrazet, sobre un sinclinal que el cretáceo superior forma entre el islote de Espinosa de Juarros y la sierra de Atapuerca, se depositaron varias capas de molasa yesífera que se extienden por el NE. hacia Briviesca y por el NO. hacia Burgos, pasando insensiblemente á la molasa sin yeso, como se observa al N. de Briviesca. La molasa yesífera tiene gran desarrollo superficial en las inmediaciones de Belorado, donde se apoya en capas discordantes sobre las pudingas del eoceno superior, y ha sido clasificada como tongriana por el citado geólogo, hallándose en gran parte cubierta por masas diluviales entre la sierra de Atapuerca y el río Arlanzón; pero entre este último y Castrillo del Valle se sobrepone aquellas otras capas muy fosilíferas, que corresponden á la edad aquitaniense, sobre las cuales yace una caliza lacustre, probablemente miocena.

Advierte, ante todo, el Sr. Larrazet que mientras se depositaron las capas aquitanienses en Castrillo del Valle, posible fué que se formasen capas de molasa y de yeso en otros puntos de la misma cuenca de Briviesca, y en ese caso esta edad presentaría en la provincia tres facies distintas: 1.<sup>ª</sup>, la ordinariamente margosa y silicea, con abundancia de *Potamides*, *Hydrobia* y otros restos; 2.<sup>ª</sup>, la constituida por la molasa sin fósiles y más ó menos yesífera; y 3.<sup>ª</sup>, la de molasas sin yeso é igualmente sin fósiles.

Las capas aquitanienses de Castrillo del Valle han sido minuciosamente examinadas por el Sr. Larrazet, el cual enumera los 32 grupos que á continuación se expresan con sus respectivos espesores:

1.—Arenisca arcillosa y quebradiza con *Hydrobia Dubuissoni*, planorbis y limneas = 4<sup>m</sup>,95.

2.—Arenisca calcárea dura con *Potamides Munieri* é *Hydrobia Dubuissoni*, difíciles de separar de la roca = 0<sup>m</sup>,05.

3.—Arenisca arcillosa y quebradiza, como la núm. 1, intercalándose cuatro lechos negruzcos procedentes de la descomposición de los vegetales = 1 metro.

4.—Arcilla plástica sin fósiles = 2 metros.

5.—Arcilla plástica con *Hydrobia Dubuissoni* y neritinas = 0<sup>m</sup>,50.

6.—Caliza sin fósiles = 0<sup>m</sup>,50.

7.—Arenisca arcillosa, quebradiza, con *Potamides Munieri*, neritinas y cipris = 1 metro.

8.—Arcilla silicea quebradiza, negra y blaquecina, con *Hydrobia Dubuissoni*, repetidas veces alternante con calizas blandas, blancas y manchadizas como la creta, y con otros lechos más escasos de 10 á 20 centímetros de grueso de caliza dura y fractura concoidea = 8<sup>m</sup>,50.

9.—Marga silicea blanquecina con *Potamides Munieri*, *Hydrobia Dubuissoni*, planorbis y cipris = 0<sup>m</sup>,50.

10.—Dos bancos arenáceos, negruzcos y delezables, con *Hydrobia Dubuissoni*, planorbis, neritinas, limneas, helix y cipris = 2 metros.

11.—Capa sabulosa, como la anterior, con *Potamides Munieri*, *Hydrobia Dubuissoni* y cipris = 0<sup>m</sup>,65.

12.—Marga silicea blanquecina con planorbis, neritinas y cipris, y la *Hydrobia Dubuissoni* abundante en la parte inferior = 2<sup>m</sup>,65.

13.—Marga idéntica á la anterior con *Potamides Munieri*, *Hydrobia Dubuissoni* y planorbis = 0<sup>m</sup>,60.

14.—Capa carbonosa y quebradiza con *Hydrobia Dubuissoni*, planorbis, neritinas y limneas = 0<sup>m</sup>,20.

15.—Caliza dura llena de potamides, y además con *Hydrobia Dubuissoni*, neritinas y planorbis = 1<sup>m</sup>,55.

16.—Arcillas silíceas, quebradizas y blanquecinas, con dos lechos negruzcos intercalados, hidrobias y neritinas = 1<sup>m</sup>,75.

17.—Arcilla silicea, quebradiza y negruzca, con potamides, hidrobias, helix, planorbis y neritinas = 0<sup>m</sup>,45.

18.—Arcilla silicea muy quebradiza, amarillenta y negruzca, con hidrobias, planorbis, limneas y melanopsis = 1<sup>m</sup>,95.

19.—Capa silicea quebradiza, negruzca en la parte inferior, blanquecina en la superior, con potamides, hidrobias, planorbis y limneas = 0<sup>m</sup>,90.

20.—Capa negra con hidrobias, planorbis, limneas y melanopsis = 0<sup>m</sup>,25.

21.—Arenas arcillosas blanquecinas muy fosilíferas con potamides, hidrobias, limneas, planorbis, melanopsis y helix, intercalándose lechos arcillosos sin fósiles = 0<sup>m</sup>,15.

22.—Capa análoga á la anterior con hidrobias, melanopsis, limneas grandes, planorbis, helix y unios = 0<sup>m</sup>,60.

23.—Arcilla silicea con potamides, hidrobias y melanopsis, alternante con arcilla sin fósiles = 0<sup>m</sup>,15.

24.—Arcilla negruzca con hidrobias y melanopsis = 0<sup>m</sup>,40.

25.—Arcilla negruzca dura con potamides, hidrobias, melanopsis y helix = 0<sup>m</sup>,25.

26.—Capa poco fosilífera con *Hydrobia Dubuissoni* = 0<sup>m</sup>,20.

27.—Arena arcillosa blanquecina con potamides, hidrobias, melanopsis y planorbis = 0<sup>m</sup>,35.

28.—Arena blanquecina con *Hydrobia Dubuissoni* = 0<sup>m</sup>,15.

29.—Arena blanquecina con potamides, hidrobias, planorbis y melanopsis = 0<sup>m</sup>,25.

30.—Arena con abundancia de *Hydrobia Dubuissoni* = 0<sup>m</sup>,15.

31.—Arena con potamides, hidrobias y melanopsis = 0<sup>m</sup>,50.

32.—Arena negruzca hacia la base con hidrobias, limneas, planorbis, melanopsis y helix = 2<sup>m</sup>,55.

Ascende á 54<sup>m</sup>,05 el espesor total de estas capas, sobre las cuales yace la caliza miocena, debiendo hacerse algunas observaciones acerca de las especies que encierran. Todas contienen la *Hydrobia Dubuissoni*, y los potamides se hallan en 14 niveles distintos, reconociéndose en el *P. Munieri* una forma típica y cuatro variedades. La var. *Boulei* abunda especialmente en los niveles 9, 12 y 14; la var. *Bergeroni* se encuentra en los 6 y 14; la *Haugi* en el 9, y la *Dereimsi* en el 11. Otro potamides, el *P. Gaudyi*, se encierra en el 31; otra forma intermedia entre éste y el *P. Munieri* se ve en los 9 y 31, y otra indeterminada muy diferente de las otras tres abunda en el 17.

Las neritinas se parecen mucho á la *N. picta*, y se hallan entre los niveles 5 y 17, abundando especialmente en los 7 y 15; los melanopsis están en todos desde el 13, y los helix son relativamente

poco numerosos, á partir del 10. Casi todas las limneas pertenecen á una especie pequeña, pero hay otra de gran tamaño en los niveles 19 y 22; este último es el único que contiene unios, y los cipris abundan en los 7 y 9.

Aparte de este yacimiento aquitaniense, casi toda la cuenca terciaria de Briviesca está formada por la molasa yesífera, y sólo en la parte septentrional de aquélla, es decir, al pie de los montes Obarenes, es donde falta el yeso. Aunque sea difícil marcar los límites de ambas molasas, se puede decir que la desprovista de yeso queda al N. de una línea que pasa por Rubena, Quintanapalla, Castil de Peones, Briviesca, Quintanillabón, Cubo, Altable, Fonzaleche y Ochánduri.

Hay una extensa comarca al N. de Belorado, donde el yeso es tan abundante, que no se encuentran aguas potables, teniendo que recurrir á las de lluvia, ó buscarlas á grandes distancias, los habitantes de Castil de Carrias, Quintanatoranco, Bañuelos de Bureba, Cameno, Grisaleña, Zuñeda, Loranquillo, Quintanilla de San García, Cerezo de Río Tirón, etc. En estos tres últimos pueblos abunda el sulfato de sosa entre las capas yesíferas, que por regla general yacen casi horizontales, pasando en pocos sitios de 20° de inclinación. Entre Briviesca y Cerezo su alineación más frecuente es al N.NE., y la molasa que encierra tan abundante substancia es ordinariamente blanda, poco compacta, en sitios arcillosa y en sitios margosa.

La falla que pasa por Escobados separa las molasas no yesíferas, inmediatas al borde septentrional de la cuenca, de las pudingas eocenas apoyadas sobre las calizas cretáceas de la sierra de Oña, de los montes Obarenes y del Alto de Cellorigo; y las que están situadas junto al borde occidental, ó sea junto al país de las Torcas y en las cercanías de Bentretea, se apoyan sobre las arenas y areniscas infracretáceas; pero la línea de contacto está muy poco marcada, pues de estas últimas rocas y con colores parecidos proceden las molasas oligocenas. A cierta distancia de esa línea la distinción es más fácil, porque la molasa terciaria es más terrosa, más arcillosa, de grano más fino, de colores menos vivos y menos variados.

**CUENCA DE MEDINA DE POMAR.**—Tiene una longitud de 55 kilómetros en sentido de NO. á SE. con un ancho de 15, y está orientada como las fallas de La Hoz y de Tovillas, que están situadas al E. Su parte septentrional comprende las cercanías de Salinas de Rosío; su parte central está en Moneo, y su remate meridional llega á Valde-rrama. La rodea el cretáceo, apoyándose en unos sitios sobre este último, en otros sobre las calizas con alveolinas y numulitos, y en otros sobre las pudingas del eoceno superior. Se compone de calizas blanquecinas y blandas, á veces compactas, de fractura concoidea; de pudingas de cantos calizos y granos de cuarzo, y de molasas de grano fino y quebradizas, más ó menos arcillosas, si bien en sitios son bastante resistentes para poderse sacar de ellas grandes losas. Suelen ser de color uniforme; pero hay puntos, como al E. de Villarcayo, donde son abigarradas, de colores blanquecinos y rojizos.

En su conjunto, las capas oligocenas buzan hacia el centro de la cuenca; pero el eje del sinclinal que forman está más cerca de su borde oriental que del occidental, y pasa entre dos series distintas de rocas, en la primera de las cuales, situada al NE., las capas tienen buzamiento meridional, mientras que en la segunda inclinan al N.NE., al NE. ó al E.NE. Probablemente este eje corresponde á una falla que pasa entre Herrán y Quintana Martín Galíndez, por las cercanías de Edeso, entre Hierro y Ael y entre Betarres y Bóveda de la Rivera. Entre Herrán y Quintana Martín Galíndez, el senonense se halla cubierto por las capas inferiores del oligoceno, inclinadas 50° al SO. y en contacto con las superiores del mismo oligoceno que inclinan, al otro lado de la falla, 12° al N.NO., habiéndose hundido considerablemente estas últimas con relación á las primeras que forman parte de la masa levantada de Valderejo.

Análogamente, entre Hierro y Ael las pudingas oligocenas, inclinadas 45° al SO., tocan las molasas, calizas y pudingas, que sólo buzan 8° al N.; y entre Bóveda y Betarres, al NE. de la falla, las pudingas eocenas inclinan 18° al S.SE., al paso que al SO. de la misma las capas oligocenas inclinan 12° al E.NE.

Un corte trazado desde San Pantaleón á Ael atravesaría por com-

pleto la parte de la mancha situada al NE. de la falla de Herrán, la cual parte se halla limitada entre otras dos fallas transversales, una de las cuales cruza por La Hoz y coincide con el borde oriental de la mancha. Las capas oligocenas inclinan allí de 55 á 45° al SO., y están constituidas por molasas y calizas repetidas veces alternantes entre San Pantaleón y Criales, formando la parte superior de la serie una potente masa de pudingas desarrollada entre Criales y Hierro.

La parte de la mancha situada al SO. de la falla de Herrán está atravesada por fallas, pues todas las capas que se extienden en un ancho de 16 kilómetros al O. de Bóveda hasta Cigüenza inclinan de 10 á 40° al E.NE.; y si no hubiera tales fallas transversales, habría que admitir que el oligoceno alcanza un espesor de 5000 metros, lo cual es inadmisibile. Las capas más alejadas de la falla de Herrán son las más inferiores, y se componen de molasas y calizas, y las más próximas son las superiores, constituidas por pudingas.

Las mismas capas oligocenas yacen sobre las cretáceas y eocenas entre Cigüenza y Medina de Pomar, y pasado este último punto, después de las pudingas reaparecen las calizas y pudingas dos veces alternantes, y por fin, las molasas y pudingas que terminan en la falla de Herrán. Se puede atribuir á varias fallas esta reaparición de pudingas y calizas, teniendo en cuenta que en esta región tan dislocada las calizas sólo se hallan en la parte inferior del sistema, que remata en una potente masa de pudingas. Así, por ejemplo, deben existir entre Medina y Rosales dos fallas, cada una de las cuales separa una faja de caliza situada al E. de otra faja de pudingas situada al O.; y si se prolongan estas dos fallas al SE., quedan limitadas tres regiones distintas desde el punto de vista estratigráfico, pues en la de las cercanías de Ael y de Villarán el buzamiento es de 8° al N., en el término de Almendres es de 8° al E.SE. y en el de Cebolleros es de 12° al NE. ó al SE. Si estas dos fallas existen realmente, hubo un levantamiento de las calizas con relación á las pudingas; la región de Medina y de Cebolleros descendió con relación á la de Almendres, y ésta se hundió con relación á la de Rosales, Bóveda y Ael.

Otras fallas atravesaron la parte de la mancha situada al SO. de la

de Herrán, como lo prueban las direcciones diferentes de las capas entre Almendres y Urria y la considerable anchura de 9 kilómetros que al O. de las dos fallas antes citadas ocupan las capas oligocenas inclinadas, por término medio, 25° al E.NE.

En la parte meridional de la cuenca las capas buzan generalmente al S., y en la parte meridional de la misma, sobre el cretáceo de Sobrón, inclinan al O., estando constituidas las inferiores por molasas y calizas alternantes, cortadas por altas escarpas, en las orillas del Ebro.

MANCHITA DE VALDIVIELSO Y VALDENOCEDA.—El valle de Valdivielso, cruzado por el Ebro y alineado de NO. á SE., está comprendido entre la sierra de Tesla y la de Valdivielso, y se reduce á profundos y estrechos barrancos en sus dos extremos, el septentrional por encima de Valdenoceda y el meridional por debajo de Cereceda. En su parte media este valle está formado por molasas, calizas y pudingas idénticas á las de Medina de Pomar, y que rellenan el fondo de un sinclinal del cretáceo sumamente dislocado. Las capas oligocenas que se apoyan sobre las cretáceas de la sierra de Tesla inclinan de 60 á 75° al S.SO.

MANCHA DE MIRANDA DE EBRO.—La composición de esta mancha es más sencilla que la de las anteriores, pues faltan las pudingas de los tramos superiores, y está formada principalmente por bancos de 5 centímetros á 1<sup>m</sup>,50 de grueso de molasa, ya compacta, dura y con granillos de cuarzo, ya de elementos muy finos y más arcillosa. En la parte inferior del sistema se intercalan en la molasa algunas capas de caliza al N. de Bugedo y en las cercanías de Nograro, conteniendo limneas, planorbis, hidrobias y otros restos en el monte Enteñe, el cual, al N. de Bugedo, está formado por calizas apoyadas sobre molasas, unas y otras dobladas en un sinclinal con inclinaciones que llegan hasta 40° en sus dos extremos. Por el del N. yacen en contacto con las calizas, que deberían hallarse superiores si no hubiesen sufrido un descenso á lo largo de una falla. Estas calizas son róseas en ciertos sitios, y alternan con molasas inclinadas de 15 á 50° al N.NE. entre Oro y Ameyugo; pero más al N.

sólo se ve la molasa, que conserva el mismo buzamiento hasta más allá de Puentelarra en un espacio de 10 kilómetros. Este buzamiento en el mismo sentido y en tan considerable extensión de terreno, sólo se puede explicar, según el Sr. Larrazet, suponiendo descensos sucesivos que hacen aflorar los mismos bancos, á consecuencia de otras tantas fallas. Dos de éstas deben cruzar entre Bergüenda y Puentelarra, al N. de la cual las capas oligocenas recobran su dirección anterior con la inclinación de 10° al N.NE. hasta las cercanías de Espejo, donde otra falla principal desgaja las capas más inferiores del sistema sobrepuestas á las pudingas eocenas, al numulítico y al cretáceo. Las capas de las cercanías de Bergüenda que pertenecen á la parte superior del oligoceno de esta mancha, estuvieron sujetas á un descenso mayor que el que tuvieron las situadas al N. de la falla del monte Enteñe, pues dieron por resultado poner en contacto las capas superiores con las de la base, al paso que las inmediatas á Bugedo tocan los bancos de caliza que son también de la parte inferior.

Resulta de lo que antecede, que la parte central de esta mancha descendió con relación á las capas oligocenas de sus bordes, y las que de éstas se hallan en el monte Enteñe se hundieron relativamente á las eocenas y cretáceas del alto de Cellorigo, y la misma observación es aplicable á la mancha de Briviesca, situada al S. de la faja cretácea levantada de Cadarechas. Las dislocaciones estratigráficas de esta parte central se notan igualmente en la sierra de Valdebodas y en las inmediaciones de Sobrón, donde el cretáceo y las pudingas eocenas están fuertemente levantadas, apoyándose sobre ellas con inclinaciones decrecientes las capas oligocenas, prolongación de la faja de Bergüenda y Peñalarra, inclinadas al NE.

En las cercanías de Villanueva, sobre las pudingas eocenas yacen las molasas con inclinaciones gradualmente crecientes desde los 10 á los 35° al S.SO. Las capas, que están casi verticales, alternan con calizas en las inmediaciones de Nograro, donde una falla las separa de otra faja oligocena que buza en sentido opuesto. Esta falla es la que cruza entre Bergüenda y Espejo, cerca de San Zadornil y de La

Hoz, y por Govantes, con una longitud de 50 kilómetros; y si se consideran sus prolongaciones por ambos extremos, hasta Salinas de Añana por un lado y hasta Salinas de Rosío por otro, iría á rematar en dos islotes de olita, con la aparición de las cuales se relacionaría su formación.

En San Zadornil las capas oligocenas, inclinadas 65° al N.NE., están separadas del cretáceo por la misma falla de La Hoz, habiéndose hundido con relación á la Peña de Gobia, que pertenece á la banda levantada de Tovillas de la serie secundaria.

El cerrito en que se levanta el lugar de Arce, sobre la izquierda del Ebro, se compone de molasa oligocena cubierta por caliza arcillosa con moldes de planorbis y limneas, la cual se oculta bajo otra molasa que se extiende más hacia el N.

### Soria.

Según el Sr. Palacios, en las provincias de Soria y de Zaragoza, después del cretáceo, se depositaron sucesivamente estas tres edades terciarias:

1.<sup>a</sup> Una correspondiente al eoceno superior, y en parte tal vez al eoceno medio, compuesta de conglomerados, arenas y arcillas, concordantes con las calizas cretáceas y numulíticas, y sujetas como éstas al levantamiento de los Pirineos.

2.<sup>a</sup> Perteneciente al oligoceno, apoyada en discordancia sobre la anterior, cubierta también en discordancia por la siguiente, formada de conglomerados, areniscas, margas yesíferas y calizas con gasterópodos.

3.<sup>a</sup> Miocena, de parecida composición, en bancos horizontales.

Las rocas oligocenas ocupan en la provincia un solo manchón, de figura próximamente triangular, uno de cuyos lados sigue desde Deza hasta el E. de Almenar, al pie de las sierras de Miñana, del Castanazo y de Cardejón; otro lado se dirige desde Almenar, á través del Campo de Gómara, pasando entre Paredes-Royas y Tapiela hasta

el Duero, á P. de Almarail; y el tercero sigue con ligeras desviaciones, desde Almarail á Deza, las lomas que separan la cuenca del Nágima de las del Rituerto y del Henar. Estas tres líneas indican, respectivamente, el contacto del oligoceno con el cretáceo, el eoceno y el mioceno, si bien el manto de tierra arenosa que cubre en gran parte el Campo de Gómara y la falta de quiebras y cortes naturales en el terreno, impiden precisar sus linderos, y la discordancia entre sus capas y las eocenas sólo puede notarse á cierta distancia de su contacto. A las rocas oligocenas cubren unos isleos miocenos entre Gómara y Almazul, así como también el cuaternario que hay al N. de Almenar.

Las rocas que entran á formar este sistema en la provincia, son casi todas las expresadas anteriormente en las *Generalidades*, y tan sólo cabe agregar respecto de los conglomerados que sus cantos son de calizas oscuras, de 4 á 6 centímetros de diámetro, procedentes de las capas liásicas y vealdenses de la sierra del Madero y de la cuenca alta del Rituerto, á los cuales acompañan trocitos angulosos de las mismas calizas y granos de cuarzo, unidos por un cemento margoso. Por la desaparición de los cantos más gruesos, los conglomerados ofrecen tránsitos á maciños de color gris oscuro, que en sitios predominan sobre aquéllos. Unos y otros constituyen la base del sistema, con hiladas de algunos metros de grueso, repetidas veces alternantes con otros de margas y calizas, sumando todo el conjunto unos 250 metros de espesor.

Generalmente las margas son terrosas, blanquecinas, róseas y rojo-amarillentas, y su elemento calizo alguna vez decrece hasta convertirse en arcillas. Las calizas, ya silíceas y compactas, ya arcillosas y poco coherentes, en capas bastante gruesas, acompañan á las margas, á las que ofrecen tránsitos graduales. El yeso es amorfo, fibroso, y con frecuencia hojoso-cristalino, al que llaman *gebe* en el país.

Como las margas y las calizas arcillosas resisten menos á la corrosión por los agentes atmosféricos que los conglomerados y maciños, éstos sobresalen en largas filas de pelados crestones. Las capas yacen

generalmente muy dislocadas, á veces verticales, estratificadas con regularidad, casi siempre inclinadas al SO.

En la parte SE. del Campo de Gómara, á lo largo de la cuenca del Henar desde su origen hasta Deza, se extienden unas capas, casi siempre inclinadas, distintas por sus caracteres mineralógicos de las eocenas y miocenas, entre las cuales se intercalan. Yacen discordantes con las cenomanenses, así como con las miocenas que sobre ellas se apoyan, y sin duda se depositaron después de iniciado el levantamiento de las primeras y de los conglomerados supranumulíticos, y antes de comenzar á sedimentarse las miocenas, ó sea en la edad oligocena, á la cual, siquiera sea provisionalmente, las refiere el señor Palacios, sin señalar el tramo á que corresponden por falta de datos paleontológicos <sup>(1)</sup>.

Siguiendo el camino de Soria á Gómara, cerca de Paredes-Royas, los conglomerados y maciños inclinan en las márgenes del Rituerto 58° al SE.; junto á Torralba yacen algo más levantados, y alternan con margas y calizas arcillosas que, con espesor creciente, persisten hasta las inmediaciones de la villa, donde encierran masas de yeso.

Gómara está situado en la falda de una loma oligocena, que describe un suave sinclinal con un buzamiento de 45° al NE. en la ermita de la Fuente, opuesto en el camino de Albocabe, al N. del pueblo.

El camino de Gómara á Albocabe cruza varios crestones de conglomerados y maciños inclinados al S. y separados por tierras margosas blanquecinas yesíferas.

Análoga repartición é igual arrumbamiento muestran las capas desde Gómara hasta Almenar; y frente á Ruberas se doblan en un pliegue, á consecuencia del cual inclinan al N. por corto trecho, volviendo en seguida á buzar al S. en la otra orilla del río.

Almenar se halla situada en una meseta baja compuesta de calizas arcillosas tiernas y compactas, casi horizontales, asociadas con margas amarillo-rojizas; y los conglomerados coronan los cerrillos que

(1) *Descripción ffs., geol. y agr. de la prov. de Soria*, pág. 338.

se elevan al SO. sobre el llano de Cabrejas; pero adquieren mayor desarrollo en dirección á Jaray, donde les rodea el cuaternario. Alternan con tierras amarillentas y rojizas, inclinadas al SE., tanto más levantados cuanto más cerca están de los maciños cenomanenses.

Entre Tejado y Castil de Tierra alternan con gran regularidad los conglomerados con las calizas y margas yesíferas, en capas de 10 á 15 metros de espesor, inclinadas 50° al S., hasta cerca de Nomparedes, donde se encuentra el mioceno; y con esa misma disposición se prolongan hacia el O. por las laderas de Boñices, Sauquillo y Alparrache. El yeso es también frecuente en estas localidades, especialmente en la última, donde además se intercalan arcillas y margas rojizas. Entre Alparrache y Almarail el oligoceno continúa en una faja estrecha que se oculta bajo los aluviones del Rituerto, mostrándose más á P., junto al Duero, bajo la colina miocena de La Turujalba, algunos asomos pequeños con abundancia de yeso.

A L. de Tejado, las mismas rocas alternantes toman inclinaciones cada vez más fuertes, llegando á ponerse verticales en el término de Ledesma; y entre este pueblo y Almazul los ocultan en corto trecho dos isleos miocenos, el mayor de los cuales se prolonga hacia L. hasta las calizas cenomanenses de la sierra del Costunazo.

Desde el extremo oriental del Campo de Gómara, las capas oligocenas se extienden sin solución de continuidad por el valle del Henar, en los términos de Zárabes y Almazul; y á lo largo de la vertiente izquierda del mismo se marcan en fajas escalonadas, hasta las laderas altas de la sierra cenomanense sobre que apoyan, formando un abigarrado conjunto, en el cual el color pardo agrisado de los maciños y conglomerados alterna con el rojizo de las margas y con el blanco de las calizas, que en algunos sitios forman bancos compactos de 0<sup>m</sup>,30 de espesor. Las capas se arrumban al N.NO. oblicuamente á la dirección de las calizas cenomanenses, muy levantadas y casi verticales en el contacto de estas últimas, y más tendidas en la vertiente opuesta, donde no baja su inclinación de 45° al SO. Las capas son más delgadas que en el Campo de Gómara, y se repite más la alternación de las margas y calizas con las rocas



detríticas. En Mazaterón, sin embargo, se ven bancos de conglomerados hasta de 12 metros de grueso.

Al SE. de Miñana las pudingas, areniscas y calizas oligocenas, 15 (fig. 40), se ocultan bajo capas horizontales de conglomerados, 14, arcillas y margas, 15, miocenos de la estrecha meseta de La Muela, apoyadas en la vertiente de la sierra cretácea a que da nombre el pueblo, sobre las calizas cenomanenses, 11, y las arcosas, 10, del cerro de la Cruz, a su vez sobrepuestas a las pizarras silurianas, 1.

Más adelante, siguiendo el curso del río, en toda la anchura del valle hasta Deza, las margas yesíferas adquieren mayor desarrollo a expensas de las capas detríticas. En Deza se ocultan nuevamente

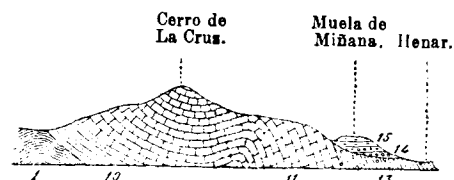


Fig. 40.—Corte por la Muela de Miñana, según el Sr. Palacios.

bajo la toba que sirve de asiento a la villa; pero reaparecen en la salida para Cihuela y en el camino de Ateca, aunque sólo en corto trecho, pues a poca distancia se pierden definitivamente

bajo los conglomerados y margas miocenas que desde la vertiente derecha del Henar pasan a la izquierda sobre las calizas cenomanenses. Por la desagregación de los conglomerados, más rápida en los de cantos gruesos que en los de cantos menudos, suele cubrirse el suelo de mantos de grava y de guijarros, algunos bastante gruesos al E. de Gómara y de Ledesma, y que por su composición se distinguen de otros diluviales que son casi exclusivamente silíceos y arcillosos.

bajo la toba que sirve de asiento a la villa; pero reaparecen en la salida para Cihuela y en el camino de Ateca, aunque sólo en corto trecho, pues a poca distancia se pierden definitivamente

## Zaragoza.

Según las observaciones del Sr. Palacios<sup>(1)</sup>, entre las calizas liásicas del serrijón que se alza al S. de Belchite y los depósitos miocenos que se desarrollan por ambos lados del mismo, asoman unas capas detríticas, las cuales, tanto por sus caracteres petrográficos como por las escasas indicaciones paleontológicas que muestran, revelan una formación terciaria, si bien distinta del sistema mioceno, con el cual yacen discordantes.

Se descubren en la vertiente meridional del serrijón, a lo largo de una faja que desde la derecha del río Aguas, en Almonacid de la Cuba y Letux, donde comienza con una anchura de 2 a 5 kilómetros, corre hacia L. por espacio de 5 a 6, estrechándose gradualmente hasta extinguirse en su remate oriental entre Belchite y Lé-cera.

Al NO. de Almonacid, sobre la izquierda del río Aguas, asoman en una hondonada con poco más de un kilómetro cuadrado, y su enlace con la faja anterior se oculta bajo los conglomerados miocenos del cerro en que está situado el pueblo.

Cerca de ese paraje, en el extremo N. del angosto desfiladero por donde el río Aguas cruza el serrijón, quedan también al descubierto dichos sedimentos en 1000 metros de longitud en sentido transversal a la corriente, y 500 de anchura máxima.

Están compuestos los depósitos por margas amarillentas y blaucorrijizas sabulosas, conglomerados de cantos pequeños, cuarzosos y calizos, con pasta de maciño, areniscas calíferas y calizas arcillosas, blancas ó rojizas, asociadas con las margas, que, solas ó acompañadas de aquéllas, forman hiladas de muchos metros de grueso alternantes con otras más delgadas de las areniscas y conglomerados. El

(1) *Reseña geológica de la región meridional de la provincia de Zaragoza. Bol. Mapa geol., tomo XIX, pág. 88.*

yeso se halla muy repartido entre las margas en vetas fibroso cristalinas ó en masas terrosas ó sacaroideas, y se le explota en varios parajes.

Yacen los estratos muy dislocados, con buzamiento general al NO. en la vertiente meridional del serrijón, y con pendiente contraria en el lado opuesto, apareciendo casi verticales en su contacto con el liásico, y más tendidos á medida que se alejan de éste, aunque nunca baja su inclinación de los 45°, lo cual permite deslindarlos de los miocenos que en ellos se apoyan sensiblemente horizontales. Menos marcada es su discordancia con el liás, si bien resulta perceptible cuando se consideran en conjunto ambas formaciones, viéndose indistintamente á lo largo de su línea límite las margas, las areniscas y los conglomerados oligocenos recostados sobre las calizas secundarias. A causa de su inclinación, entre Almonacid, Letux y Lécera sobresalen los conglomerados y areniscas en líneas discontinuas de riscos y crestones sobre un suelo llano ó poco desigual, ligeramente surcado por ramblas y barrancos de escasa profundidad.

Entre las rocas mencionadas, únicamente se hallan fósiles en las calizas arcillosas, representados por moldes de *Helix* y otros gasterópodos específicamente indeterminables; y aunque estos datos paleontológicos no bastan para decidir si deben referirse al eoceno superior ó al oligoceno, teniendo en cuenta su facies general, su composición petrográfica y su analogía con los depósitos reconocidos como oligocenos en la Rioja alavesa y los del Campo de Gómara (Soria), no es aventurado clasificarlos también en esta edad.

No obstante la sencillez y uniformidad de su composición petrográfica, el oligoceno de Belchite presenta algunas variaciones.

Al NO. de Almonacid, las calizas arcillosas abundan más y son de coloración más variada, así como las margas con que se asocian, y, en cambio, adquieren menos desarrollo las hiladas sabulosas. A Levante del mismo pueblo, siguiendo el camino de Belchite á Letux, se encuentran en el límite septentrional de la faja grandes bancos de margas rojizas y anteadas yesíferas, á las que acompaña la caliza blanca con moldes de gasterópodos.

Al N. de Letux, los conglomerados y areniscas adquieren espesores hasta de 12 á 44 metros, según acusan los cerrillos que erizan en algunos sitios los llanos que allí se extienden.

En el extremo oriental de la misma faja los conglomerados se reducen, por el contrario, á capas delgadas que alternan repetidas veces con las margas yesíferas, y se muestran verticales, mientras que las calizas liásicas adyacentes, aun cuando ofrecen también fuertes inclinaciones, no han sido levantadas hasta ese grado.

Las margas rojizas y amarillentas, sabulosas y pobres en yeso, dominan sobre las otras rocas en la mancha que asoma al pie septentrional del serrijón de Belchite, en la vaguada del río Aguas; y los conglomerados que entre ellas se intercalan se marcan por ambos márgenes en unas fajas que se alzan casi verticales, terminadas por agudos riscos, apoyados á un lado sobre las calizas liásicas y ocultándose en el otro debajo de mantos horizontales de pudingas miocenas.

El espesor del oligoceno entre Letux y Almonacid no baja de 500 metros, siendo poco mayor de 150 el que se descubre en los otros asomos.

### Lérida y Tarragona.

«La gran depresión del Ebro, dicen los Sres. Vidal y Depéret (1), comprendida entre los Pirineos, la meseta del SO. y los macizos litorales de Barcelona y Tarragona, representa en su conjunto un vasto geosinclinal que comprende la serie casi entera de los sistemas eoceno y oligoceno. Estas formaciones yacen en forma de cubeta, y sus sedimentos más antiguos, próximos á los bordes, asoman levantados, mientras que los más modernos, ó sean los del interior, yacen sensiblemente horizontales. Es, pues, necesacio, para formarse una idea clara de la constitución estratigráfica de esta cuenca, muy regular y casi enteramente desprovista de accidentes tectónicos, estudiar una serie de perfiles, y al efecto hemos elegido los siguientes.»

(1) *Contribución al estudio del oligoceno en Cataluña*, pág. 5.

El de la figura 41 sale de la provincia de Tarragona y entra en la de Lérida, pasando de la cuenca del Gayá á la del río Cervera, á la par que de las hiladas más bajas á las más superiores, que se suceden con perfecta regularidad con el orden siguiente:

- 1.—Margas rojas, molasas y calizas alternantes.
- 2.—Pudingas.
- 3.—Calizas arcillosas.
- 4.—Margas rojas yesíferas.

5.—Margas y molasas alternantes con calizas blanquecinas y fétidas, 6, que cerca de San Antolin contienen *Melanoides albigensis*, Noul. Sobre estas últimas capas se halla edificado Cervera, y al pie de sus murallas viejas se halla la misma especie acompañada de la *Lymnaea longiscata*, Brong.

Cerca de la línea de este corte, en las inmediaciones del lugar de Talavera, asoma un lecho delgado de lignito, que puede ser el remate occidental de una de las últimas capas carbonosas de Calaf.

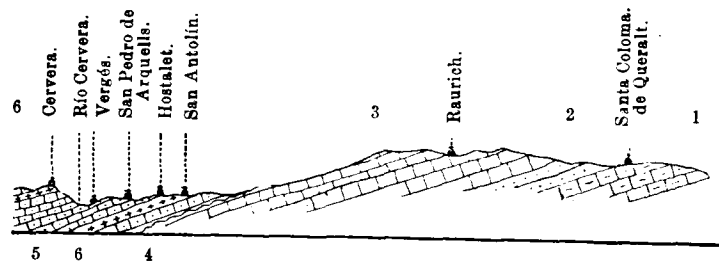


Fig. 41.—Corte de Cervera á Santa Coloma, según los Sres. Vidal y Depéret.

La figura 42 representa otro corte en el que se repite de igual modo la misma sucesión de estratos.

Sobre las molasas y calizas, 5, con *Melanoides albigensis* de Cervera, yacen unas margas rojas, 6, á las que siguen las molasas, 7, en capas cuya inclinación va decreciendo gradualmente, hasta ponerse casi horizontales. Al pie de la casa llamada La Corbella, algunas de esas molasas están cuajadas de limneas (*L. longiscata*, Brong.) y planorbis (*P. cf. cornu*, Brong.) aplastados, con algunas placas de *Emys*.

Cerca de Tárrega hay abierta en las molasas de este nivel una cantera de una piedra de construcción dura y gris, en bancos muy regulares, los cuales encierran una fauna del mayor interés, pues contienen, entre otros restos, muchos cráneos, mandíbulas y huesos de *Brachyodus Cluai*, Dep.; *Theridemys siderolithicus*, Piet., variedad *major*, Dep.; *Plesictis Filholi*, Dep.; *Amphicyon* ó *Pseudo amphicyon*, *Prolebias* af. *Oustaleti*, Sow., que también se halla en el aquitánico de Auvernia; y con las dos especies de pulmonados antes citados, el *Planorbis polycymus*, Font. Con esta fauna yace asociada una flora, representada por las especies siguientes: *Cinamomum lanceolatum*, Unger; *Leucothea (Andromeda) protogea*, Unger; *Sabal Lamanoensis*, Sap., y un *Anastomeria*.

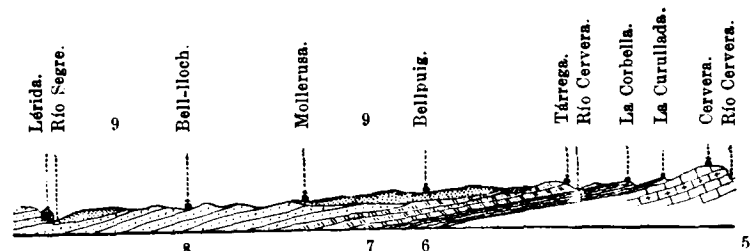


Fig. 42.—Corte de Cervera á Lérida, según los Sres. Vidal y Depéret.

Por encima de las molasas de Tárrega se extiende un banco de caliza blanquecina, y á ésta siguen las molasas blandas y margas rojizas, 8, que se ocultan en gran parte bajo mantos diluviales, 9, y las cuales, por sus caracteres muy distintos de los bancos infrayacentes, hacen pensar si corresponden más bien al mioceno.

Otro corte (fig. 43) trazado desde la sierra de Aixerrá hasta Tárrega, nos explicaría la disposición de los mismos bancos en el borde septentrional de esta cuenca terciaria.

Al pie meridional de dicha sierra hay un asomo de oſta, 1, á cada lado del cual se extiende una faja de yesos: la del N., 2, en que éstos son abigarrados en masas contorneadas, y la del S., 3, en que se presentan estratificados. A los primeros se sobreponen las calizas seno-

nenses, 4, de la sierra de Aixerà, y sobre los segundos yace la cuenca oligocena que comienza con los maciños y margas hojosas, 5, con impresiones de pasos de aves, las mayores de las cuales tienen de 10 à 14 centímetros de largo, y las más pequeñas, que son las más abundantes, de 2 à 5, y acusan una longitud de paso de 6 à 7 centímetros. Como estas impresiones se reproducen en un espesor considerable de lechos, es evidente que el fondo de la laguna estaba sujeto à un lento movimiento de descenso, según advierten los citados geólogos, agregando que los planos de junta de estas capas están llenos de ondulaciones muy regulares, que produjo en ellas el movi-

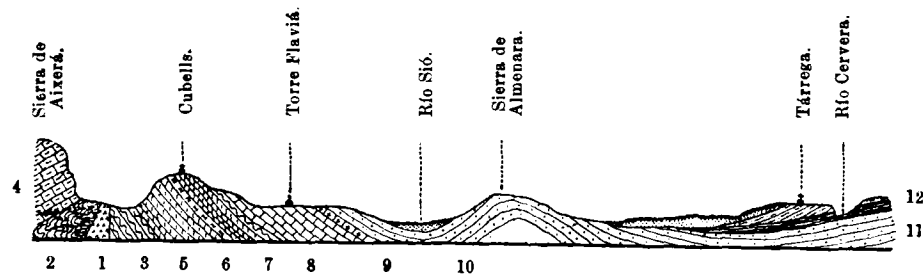


Fig. 43.—Corte de la sierra de Aixerà à Tàrrega, según los Sres. Vidal y Depéret.

miento de las aguas, indicándose con esto que solía ser muy escasa la profundidad de la laguna.

Junto à Cubells se intercala en las margas hojosas un banco con cirenas, 6, siguiendo después otro banco de yeso, 7, inclinando todos 45° al S. Se sobreponen después unas capas de caliza margosa, 8, en las cuales se asienta el lugar de Torre Flavià, y una molasa ó caliza sabulosa verdosa, 9, con *Melanoïdes albigensis*. Muéstranse superiores à éstas otras molasas y margas, 10, que se doblan en un sinclinal en las márgenes del río Sió, y después en un anticlinal por las achatadas lomas de la sierra de Almenara, continúan las mismas capas suavemente inclinadas y en gran parte ocultas bajo mantos diluviales por los llanos que se extienden hasta Tàrrega, donde se

sobreponen à aquéllas las margas rojas, 11, y las calizas y molasas fosilíferas, 12, de que se trató al describir el corte anterior.

Siguiendo la vía férrea de Tarragona à Lérida (fig. 44), en cuanto se dejan las calizas dolomíticas del trias, 1, que se extienden al S. de Montblanch, sobre las calizas róseas, 2, de la base del eoceno, según el Sr. Vidal, se extienden entre Espluga de Francolí y Vinaixa las pudingas y margas rojizas alternantes, 3, que yo supuse base del mioceno y que dichos geólogos trasladan al oligoceno. Asoman en Vinaixa las margas rojas, 4, à las que siguen en Florestà las calizas sabulosas, blandas y blanquecinas, 5, que deben ser prolongación de las calizas y molasas de Tàrrega, modificadas en su composición. Suceden à ellas en Borjas otras margas rutilantes, 6, à las que siguen en Juneda otras calizas, 7, y, por fin, hasta Lérida las molasas y margas rojizas, 8, que pudieran ser realmente miocenas.

Los conglomerados se prolongan más al SO. por las sierras de la

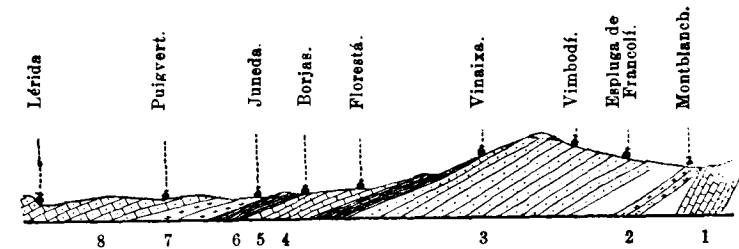


Fig. 44.—Corte de Montblanch à Lérida, según los Sres. Vidal y Depéret.

Llena y del Montsant; atraviesan el Ebro en Ascó, y si de este pueblo, torciendo al NO., se pasa de la provincia de Tarragona à la de Lérida, se cruzan en la meseta de Almetret las hiladas calizas y margosas que encierran lechos de lignito, los cuales penetran en la provincia de Zaragoza cerca de la confluencia del Segre y el Ebro. En uno de esos lechos encontró el Sr. Vidal un maxilar aplastado de un cocodrilo y un carapacho de *Trionyx*.

Advierte también el mismo geólogo que, si bien anteriormente se habla calificado de miocena esta cuenca lignitífera, en una hilada

margosa de Almatret halló la *Nystia Duchasteli*, Nyst., gasterópodo esencialmente oligoceno. Con ella se asocian en la misma capa *Hydrobia pyramidalis*, Desh.; *Lymnaea cf. longiscata*, Brong.; *Planorbis cf. cornu*, Font., y *P. cf. polycymus*, Font.

En resumen: los Sres. Vidal y Depéret consideran compuesto el oligoceno de la cuenca del Ebro de estas cuatro edades:

1.<sup>a</sup> La base formada por los conglomerados y los yesos que definitivamente no acaban de segregarse del eoceno superior.

2.<sup>a</sup> La sanuasense ú oligoceno inferior.

3.<sup>a</sup> La estampiese ú oligoceno medio.

4.<sup>a</sup> La aquitánica ú oligoceno superior.

La edad sanuasense consta á su vez de los tres horizontes ó tramos siguientes:

A.—Calizas tabulares con cirenas, acompañadas de margas verdosas ó róseas. En Cubells contienen abundantes impresiones de una cirena del grupo de la *C. semistriata*, Desh., que en Francia se presenta en el infratongriano. En un canto rodado de caliza en el río Gayá, cerca de Pontils, hallaron dichos señores un molde muy claro de esa especie.

B.—Calizas lignitíferas de Calaf con *Ancodus Aymardi* y con la *Nystia Duchasteli* en Almatret.

C.—Horizonte de Tárrega con *Brachyodus Cluai*.

En la edad estampiese incluyen las grandes capas de molasas y de margas que se tienden en estratos horizontales por el centro de la cuenca hasta Lérida y más al O., esto es, por gran parte de la Tierra Llana del Alto Aragón.

La aquitánica no se halla en Cataluña; pero á ella refieren una marga blanquecina que en Vera (Zaragoza) contiene un ejemplar de un *Helix* del tipo del *H. Ramondi*, Brong.

### Barcelona.

Tal como lo consideran en su Memoria geológica los Sres. Maurera y Thos, el proiceno ú oligoceno de esta provincia comprende la parte de la Segarra que hay entre Cardona y el llano de Bagés hasta más allá de Sellent; la comarca que se extiende entre el Ordal y el Tibidabo en los confines del Vallés y del Panadés, y un islote en las faldas del Montseny.

En esos parajes la composición del sistema es muy compleja, pues consta de arcillas, margas, calizas, maciños, molasas, conglomerados y yeso. En la parte S. de la mancha principal las capas afectan la forma de cuenca; pero á partir de la línea que pasa por Castellfollit de Llobregós, San Pasalás, La Molsona, Castelltallat y Suria se pliegan repetidas veces con multiplicadas ondulaciones y frecuentes cambios de buzamiento.

Entre los fósiles de agua dulce que en ellas se encuentran, se citan la *Lymnaea longiscata*, Brong.; *Planorbis rotundatus*, Brong.; *Paludina orbicularis*, Lam., y un *Melania* muy parecido al *M. albigensis*, Noul.

Los citados ingenieros establecen en este sistema estos tres niveles ó tramos:

1.<sup>o</sup> Calizas y maciños, margas, arcillas y molasas alternantes, de colores abigarrados.

2.<sup>o</sup> Margas yesosas.

3.<sup>o</sup> Arcillas y molasas rojizas y deleznales, alternantes con calizas.

Conforme á las observaciones recientemente practicadas por los Sres. Vidal y Depéret<sup>(1)</sup>, el oligoceno tiene en Barcelona mayor desarrollo que el indicado anteriormente, pues añaden como base del sistema los maciños, margas y areniscas incluidos hasta la fecha en

(1) *Contribución al estudio del oligoceno en Cataluña*, pág. 5.

el eoceno lacustre, y que se extienden entre Prats de Rey y Copons, pues cerca de este pueblo encontraron el *Melanoides albigensis*, Noul. Para explicar mejor la disposición de los estratos, trazan un corte (fig. 45) entre el torrente dels Ars é Igualada. Según se explicó en el capítulo anterior, esta ciudad se halla edificada sobre las margas azules numulíticas, 1, á las cuales se sobreponen los maciños y margas rojos y grises, 2, y las margas pizarreñas yesíferas, 3, del eoceno superior, donde se halla Copons. Por el extremo opuesto del corte, que es el septentrional, el torrente dels Ars se halla encauzado entre los yesos cristalinos y margas yesíferas, 4, y una caliza blanquecina, 5, con un banco de alabastro.

Sobre estos bancos eocenos se extienden, sujetos á un amplio sin-

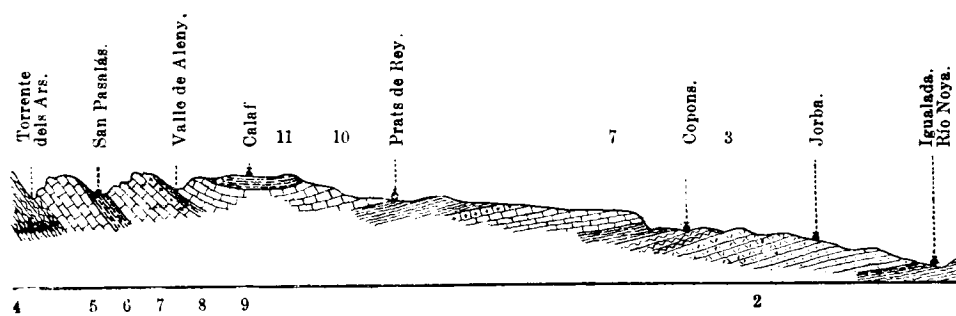


Fig. 45.—Corte del torrente dels Ars á Igualada, según los Sres. Vidal y Depéret.

clinal, los oligocenos entre San P asalás y Copons, sucediéndose con el orden siguiente:

- 6.—Margas rojas y molasas.
- 7.—Calizas arcillosas en bancos estrechos al N. de Copons, y con intercalaciones de molasas y carbón al N. de Calaf.
- 8.—Capa con *Melanoides albigensis*, Noul., var. *Dumasi*, Font.; *M. occitanicus*, Font., etc.
- 9.—Margas y molasas que también encierran capas de carbón al N. de Calaf.
- 10.—Caliza con *Lymnaea*, *Planorbis* y otros moluscos de agua dulce.

11.—Molasas y margas rojas, también con capas de carbón en la meseta en que se halla Calaf, presentándose casi horizontales.

Además de las especies citadas en las margas y molasas, se encuentran las especies siguientes: *Ancodus Aymardi*, Pomel; *Diplorbis minor*, Filhol (*bavarium*, Fraas); *Striatella Nysti*, Duch.; *Vivipara* cf. *Soricinensis*, Noul.; *Helix*, granos de *Chara* y fragmentos del carapacho de un *Emys*.

Entre Calaf y Las Escuadras, según observaciones de los señores Maureta y Thos, se extienden las arcillas rojas y abigarradas con yeso blanco fibroso, capas de lignito y de caliza arcillosa negruzca de 20 á 50 centímetros de grueso, inclinadas 15° al S. Contiene esta última planorbis, limneas y melanias, que también se ven moldeadas de yeso entre las arcillas. Tales rocas asoman denudadas en cerillos cuneiformes de laderas escarpadas, coronados por pequeñas plataformas de molasa gris verdosa, micáfera.

Debajo de las arcillas asoman cerca de Las Escuadras las rocas de la división inferior divididas en lechos delgados con otra faja carbonosa intercalada; y entre Las Escuadras y la sierra de la Espona, en el término de la Forteza, las calizas arcillosas, también fosilíferas, de colores claros y fractura concoidea, se descubren en un plano suavemente inclinado. Yacen estas calizas sobre un banco de molasa que se extiende por lo alto de la sierra de San P asalás, y entre la molasa y otra capa de caliza fétida infrayacente se intercalan tres lechos de lignito separados por otros de margas, inclinados 10° al SO., que contienen cristales de yeso en flecha de grandes dimensiones.

En la bajada de la sierra de la Espona, prolongación oriental de la de San P asalás á la de Boixadors, pasando por Casa Seguí de Tres Colls, no asoman los liguítos, pues se atraviesa la vaguada á un nivel superior, y para volver á encontrarlos siguiendo esa dirección, sería preciso trasponer la sierra de Boixadors en dirección á La Molosa (Lérida).

La faja yesosa que, procedente de la provincia de Lérida, se desarrolla entre Castellfolit, Calonje y Dusfort, se interna de nuevo al E. en dicha provincia por San P asalás y la Molsona, y reaparece

en Suria con varios saltos y resbalamientos que la ocultan en muchos puntos.

En la sierra de Xurigades, las capas oligocenas, inclinadas  $35^\circ$  al S.SE., presentan en la base una alternación de areniscas arcillosas y calíferas, con calizas compactas, margas y arcillas, parecida á la del torrente dels Ars. En la mitad superior de la montaña se desarrollan principalmente las calizas negruzcas y fétidas con limneas y planorbis.

La sierra de Boixadors, que es un eslabón de la de Xurigades, ofrece una composición análoga con calizas compactas blanquecinas y nódulos de pedernal, arcillas y areniscas con igual buzamiento. En el resto de su vertiente meridional alternan indistintamente los maciños, las arcillas y las calizas concrecionadas, siendo más consistentes los primeros donde dominan las últimas y más deleznable donde abundan las arcillas.

Ofrece idéntica composición la sierra de Castelltallat, inclinando los estratos en sentido inverso, con pliegues y saltos repetidos en las inmediaciones de Casa Vallcebre, junto al límite de la provincia. Cerca de la iglesia de Castelltallat, inclinadas de  $60^\circ$  á la vertical con buzamientos al NE. y al NO., predominan las calizas divisibles en sillarejos y en lascas tan delgadas que se emplean para cubiertas de tejado.

Continúa la dislocación de los estratos por la cumbre de la misma sierra hasta su remate oriental, en que inclinan  $20^\circ$  al S.; y en sus faldas, frente á Suria, asoma en dos niveles distintos la caliza gris oscura con melanías entre bancos de arenisca rojiza. En el valle de Cardoner, allí inmediato, las arcillas margosas amarillas y rojas, con vetas y masas de yeso intercaladas, se hallan desgarradas en todos sentidos, ya verticales, ya horizontales, y una de las montañas de ese término se llama Mitx-Mon, porque sus capas buzaban al S. en una ladera y al N. en la opuesta.

Entre las calizas con melanías, areniscas calíferas, arcillosas y feldespáticas, y las margas de variados colores de la sierra de Vallmanya, inclinadas  $10^\circ$  al N.NO., se intercalan dos capas de lignito que

aflojan en el torrente de Utgès con 40 centímetros de espesor. Siguiendo dicha sierra desde la Paradeta á Saló, las areniscas más duras adquieren mayor incremento, su grano se hace más grueso, y acaban por sustituir casi por completo á las demás rocas.

Entre la sierra de Vallmanya y la de Guals, las capas se doblan en un sinclinal, y á medida que yacen más próximas á la masa de sal de Cardona se repliegan alrededor de ésta, aumentando su inclinación hasta los  $40^\circ$ . En el extremo opuesto del criadero, cerca de la carretera de Cardona á Manresa, cambia el buzamiento al SO., aproximándose en muchos puntos á la vertical, y en la parte S. del pueblo la inclinación se reduce á  $25^\circ$  al E.

En el tejado de Guix, á 4 kilómetros al SO. de Cardona, asoma la caliza arcillosa negruzca con limneas, planorbis y melanías, divisible en prismas irregulares, y una caliza idéntica se encuentra en el camino de la villa á las salinas.

Cordier refería las salinas de Cardona al terreno secundario <sup>(1)</sup>; Dufrenoy las supuso numulíticas <sup>(2)</sup>; Coquand las creyó dependientes del grupo fucoide ó del horizonte de los yesos de Montmartre <sup>(3)</sup>; Leymerie se aproximó á su verdadera clasificación, opinando que corresponden al tramo de la arenisca de Carcasona <sup>(4)</sup>; Carez las considera coetáneas de las capas de Calaf <sup>(5)</sup>, y los Sres. Maureta y Thos las incluyen en el oligoceno <sup>(6)</sup>.

El criadero de Cardona, que se describirá más adelante, encaja en las mismas rocas que forman la sierra de Vallmanya, esto es, calizas arcillosas con melanías, areniscas calíferas y micáferas, pasando á maciños de grano fino y margas alternantes con manchas y fajas de diversos colores.

Igual sucesión de hiladas que hay entre Cardona y Calaf se en-

(1) *Ann. des Mines*, tomo II, pág. 487.

(2) *Notice sur les mines de sel de Cardone*.

(3) *Bull. Soc. géol. de France*, 2.<sup>a</sup> serie, tomo XXV.

(4) *Bull. Soc. géol. de France*, 2.<sup>a</sup> serie, tomo XXVI.

(5) *Etude sur les terr. cret. et tert.*

(6) *Descripción físico-geológica y minera de la provincia de Barcelona*, página 360.

cuentra entre este último punto desde las orillas de Llobregós, en los confines de Lérida, hasta más allá de Prats de Rey, doblándose las capas en un sinclinal.

Por debajo de las zonas ligníferas asoman las areniscas y conglomerados de pasta arcillo-ferruginosa y guijo de cuarzo, que pasan por grados insensibles á las rocas de igual naturaleza del eoceno lacustre, sobre las cuales se apoyan concordantes.

El grupo abigarrado de calizas con melanías, areniscas y margas, que en esos confines de Lérida buzan al N., corresponde al de la sierra de Vallmaña y de Cardona; los yesos interpuestos y las capas superiores de Castellfollit son la prolongación de los de San Pasalás y de Suria; las calizas, algunas hidráulicas, sobrepuestas á las margas yesosas en el castillo de Calonje y en las minas de Dusfort, son prolongación de las del torrente del Ars y de la sierra de Boixadors, y las capas que desde aquí se atraviesan hasta Calaf, reproducen las mismas zonas ligníferas que hay desde este último punto al torrente del Ars, encontrándose también cristales de yeso en las margas que contienen el carbón de las minas de Dusfort.

Adquiere su mayor desarrollo la faja yesosa entre Calonje y Castellfollit, hallándose este último pueblo situado entre unos escarpados cerros de yeso.

En Fonollosa el conglomerado es de pasta rósea, silíceo-arcillosa, con guijas de cuarcita blanquecinas y gris-oscúras y arenas gruesas. Un quilómetro al N. de ese pueblo, en las inmediaciones de Casa Turell y en el cruce de los caminos de Manresa y de Rajadell, se halla la *Melania* antes citada en una caliza arcillosa negruzca, que se prolonga por la sierra de los Capellanes al N. de Sampedor y en Sellent. En la bajada de la sierra de Castelltallat al Pla de Bagés encaja una vetilla insignificante de lignito, encontrándose también otras capas, hasta de 10 centímetros de grueso, en Catllús.

Siguiendo desde Calaf á Vilamayor, pasando por La Guardia Pilo-sa, se reconoce el límite de este sistema con el mioceno, descubriéndose las tres zonas ligníferas mencionadas: la primera, debajo de la ermita de San Sebastián; la segunda, al pic de Casa Ferrera, en tér-

mino de San Martín de Sasgayolas, y la última, entre este pueblo y La Guardia. En estos sitios las calizas en lechos delgados alternan con las margas, y en los espacios intermedios dominan las arcillas y margas rojizas con vetas de yeso y bancos intercalados de molasa gris verdosa.

El manchón lacustre de la zona meridional se extiende en dos fajas desiguales al E. y O. de Martorell: una que rodea la montaña de San Pedro del Papiol, se oculta al N. y al S. bajo el mioceno, é intesta con el paleozóico; y otra que descansa sucesivamente sobre este último, sobre el triás y el cretáceo, queda cubierta por el mioceno y el cuaternario, y se prolonga hasta más allá de Subirats en las vertientes del Panadés. Al N. de estas dos fajas reaparece la misma formación por debajo de la miocena en Ullastrell y entre Masquefa y Piera.

Los conglomerados, areniscas, calizas y margas que entran en su composición se distinguen por su conjunto rojizo del amarillento y azulado del mioceno que le cubre concordante. Entre las margas arcillosas de varios puntos se intercala el yeso en placas y cristales, del cual se ven vetas en las calizas de Martorell y en bancos por bajo de los lignitos de Subirats.

Vezián dividió esta formación en tres tramos:

- 1.º Conglomerado lacustre inferior de Calopa.
- 2.º Caliza con planorbis de Martorell y lignitos de Subirats.
- 3.º Arenisca de Castellbisbal.

El Dr. Almera se halla conforme con esta división; pero el Sr. Carrez difiere en la determinación de su edad relativa, en su división en grupos y en los límites de estos últimos.

«El presentarse las capas por bajo de las miocenas y concordantes con éstas, advierten los Sres. Maureta y Thos (1), la existencia en el conglomerado inferior de cantos rodados procedentes del numulítico, y su semejanza petrológica con la zona septentrional que se acaba de describir, inclinan á compartir la opinión de Vezián, que coloca di-

(1) Loc. cit., pag. 366.



chos sedimentos en el eoceno superior, paralelamente al proiceno de Gervais. Es verdad que no se ha encontrado en ellas la *Melania* característica de la formación de Calaf; y si bien el Dr. Almera cita como fósil de este depósito lacustre el *Helix Larteti* recogido en las inmediaciones de Masquefa, especie encontrada también en el terciario lacustre de Armagnac (Francia), que es equivalente á las arenas del Orleanés y de la Sologne, esto es, posteriores á la caliza de la Beauce, no es suficiente este dato paleontológico para modificar aquella opinión, interin nuevos estudios no permitan fijar su edad con toda certeza.\*

Uno de los puntos indicados por Vezian como típicos para estudiar esta formación es el molino de Calopa, situado á la derecha de la riera de Rubí, una legua al S. del pueblo de este nombre. En una altura de más de 100 metros están allí representados los tres tramos anteriormente indicados.

El inferior consta de gonfolitas en la base, samitas en el centro y margas en la parte superior. Las primeras se componen de cantos de diversos tamaños de pizarra y caliza, que por su desaparición pasan á las samitas, que son, como aquéllas, de cemento margoso rojizo. Las margas son rojas y azuladas, con vetas de yeso fibroso.

Está constituido el tramo medio por margas grises ó amarillentas y calizas compactas ó cavernosas, negruzcas y amarillentas, con impresiones de *Helix* y *Planorbis*; y forma el tramo superior una samita análoga á la de la zona septentrional, que pasa en ciertos sitios á conglomerado poligénico, alternando con margas en bancos de igual espesor.

A la izquierda del Llobregat, junto á Martorell, el conglomerado inferior no se ve tan desarrollado como en el molino de Calopa; pero la caliza lo está mucho más, conservándose la arenisca en iguales condiciones, y las margas que alternan con las calizas, atravesadas también por vetas de yeso fibroso, son de tintes abigarrados. Más arriba de Martorell, la arenisca está cortada por el río en una escarpa de más de 100 metros de altura, así como en Castellbisbal, á pesar de no asomar allí los tramos inferiores.

En las inmediaciones de la Torre Ramona, término de San Juan de Subirats, la formación lacustre encierra varias capas de lignito entre las calizas del segundo tramo, que son arcillosas ó silíceas, compactas ó concrecionadas, grises y amarillentas, con manchas negras y rojizas y con vetas de caliza espática. Las hay fétidas, con restos vegetales carbonizados, alternantes con margas y areniscas pardas y grises, en las que se observan impresiones de limneas, planorbis, paludinas y helix. Termina este conjunto por una arenisca análoga á la de Castellbisbal, roja y azulada, divisible en capas delgadas.

La manchita de tres kilómetros de largo y dos de ancho que yace sobre el hipogénico y el siluriano de las faldas del Montseny, está constituida por margas y calizas blanquecinas en capas delgadas, alternantes con areniscas poco coherentes que pasan á conglomerados poligénicos inclinadas de 50 á 40° al SO., levantándose hasta los 70° junto á Casa Pons. En ellas se encuentran *Lymnaea longiscata*, Brug.; paludinas y planorbis, intercalándose margas pizarreñas bituminosas y lechos de lignito de mala calidad que afloran en el torrente de Casa Guaranta, á dos kilómetros al NE. de Casa Pons, entre areniscas sobre las cuales yacen margas y calizas hidráulicas.

### Gerona.

El Sr. Vidal señaló expresamente la existencia del oligoceno en esta provincia al dar cuenta á la Sociedad geológica de Francia de la excursión que varios de sus individuos practicaron de Gerona á Olot y á San Juan de las Abadesas en Septiembre de 1898 (1). El cerro de Santigosa (1062 metros), en la divisoria del Fluvià y el Ter, entre Olot y San Juan, se halla formado por una gran masa de pudingas oligocenas, alternantes con margas rojas, dobladas en un suave sinclinal y apoyadas sobre las calizas arcillosas y margas numulíticas, de las que las separa una hilada de yeso.

(1) Bull. Soc. géol. de France, 4.ª serie, tomo XXVI, pág. 675.

Los mismos bancos de pudingas oligocenas, inclinados 50° al SO., se sobreponen á las masas basálticas de la vertiente meridional del cráter de Montolivet, en las cercanías de Olot, sin que las erupciones volcánicas hayan producido efecto alguno mecánico sobre las rocas terciarias.

### Baleares.

Con arreglo á recientes investigaciones practicadas por el Sr. Vidal, y cuyos detalles están todavía inéditos, en una cala cerca de Andraitx hay unas margas azules con lechos inexplotables de lignito, en las cuales se ha encontrado la *Natica crassatina* y un *Cerithium* del grupo del *C. plicatum*, que demuestran la existencia del oligoceno marino en Mallorca y la poca variación que hasta nuestros días ha habido en las orillas del mar por esa parte.

En el interior de la isla, en la formación lignitifera de Sineu, clasificada como eocena lacustre por Hermitte, halló el mismo geólogo molares y fragmentos de huesos del *Antracotherium magnum*, Cuv., que le han hecho trasladar al oligoceno lacustre dichos yacimientos.

### Andalucía.

Según recientes investigaciones practicadas por el Sr. R. Douvillé (1), la mayor parte de los sedimentos del valle del Guadalquivir, señalados como eocenos en nuestros mapas, no contienen numulitos, y en cambio encierran capas con las especies de *Orbitoides* que hoy se consideran separadas de este género, para formar el *Lepidocyclina* de Gumbel, que hasta la fecha sólo se ha reconocido en el oligoceno superior marino. Se encuentran sus especies en las margas de las orillas de dicho río cerca del Puente Viejo (Jaén), y de las inmediaciones de Baena (Córdoba), alternantes con calizas blancas terrosas

cuajadas de globigerinas de concha gruesa y espinosa, análogas á las especies vivientes. En Baena estas capas yacen transgresivas sobre el cretáceo, pues contienen en la base algunas orbitolinas, probablemente aptenses, sueltas, con una ganga que difiere de las lepidociclinas.

Como la presencia de las globigerinas en mucha abundancia es propia de los mares poco profundos y de corrientes violentas como las que se agitan en los estrechos, supone el Sr. Douvillé que en la época aquitaniense habría un estrecho al N. de la cordillera Bética, y las dos localidades citadas serian dos puntos de las orillas de este estrecho, pues las capas con lepidociclinas, que contienen además gran número de ejemplares de *Lithothamnium*, son esencialmente litorales.

Advierte también el mismo geólogo que Verneuil clasificó equivocadamente como numulitos (*N. Lucasana*) pequeñas formas, muy pustulosas, de lepidociclinas recogidas en Sella y en Peñáguila (Alicante), cuyo error contribuyó á dar al eoceno en nuestros mapas, á expensas del oligoceno, mucha mayor extensión que la que realmente tiene.

Las observaciones del Sr. R. Douvillé nos hacen también dudar si las capas con globigerinas de Morón (Sevilla) y de otros parajes de Andalucía, anotados en el capítulo anterior, son más bien oligocenas que eocenas.

De todos modos, es de la mayor necesidad deslindar ordenadamente las cuatro formaciones terciarias que, hasta la fecha, se representan muy confusamente en el Mediodía de la Península.

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 4.ª serie, tomo III, pág. 620.

## CAPÍTULO XIII

### SISTEMA MIOCENO

#### ARTÍCULO PRIMERO

##### GENERALIDADES

Hermoso país debió haber sido España durante los tiempos en que se formaron los sistemas oligoceno y mioceno. De una parte, el Mediterráneo avanzaba más al O. por el litoral de Levante de la Península, y el Océano penetraba por las faldas de Sierra Morena hasta el pie de Despeñaperros, quedando comprendidas al S. y al SE. una porción de islas que componían un pintoresco archipiélago. De otra parte, en el interior de la Península había millares de kilómetros cuadrados ocupados por los grandes lagos donde hoy radican las cuencas del Ebro y del Duero, del Guadiana y del Tajo, además de otros pequeños y de un gran número de lagunas de no despreciables dimensiones. Rodeaban tales depósitos de agua montes y cerros cuajados de diversas especies arbóreas, unas propias de los climas meridionales de Europa, otras semejantes á las del Africa septentrional; y así lo acreditan los muchos yacimientos de lignito y de tierras carbonosas que se han descubierto en las formaciones de agua dulce de ambos sistemas.

A partir del oligoceno, en los bosques de esas montañas vivían, libres de la persecución de los hombres, diversas especies de paquidermos, á las que se unieron los mastodontes, entrados ya los si-

glos miocenos, y después, entre ellos se multiplicaron distintos rumbantes.

Los primeros tiempos debieron ser de clima lluvioso y relativamente fresco, á juzgar por los elementos detríticos con que comenzó el oligoceno, y que acusan los grandes, violentos y continuados arrastres por los cuales se acumularon las masas de pudinga con que comenzó el terciario lacustre en España. Siguió después un tiempo más tranquilo que dió origen á sedimentos más finos en aquellos lagos, y repitióse en el mioceno la acumulación de grandes masas de conglomerados y de areniscas de grano basto, á la que siguió en períodos más tranquilos la agregación de otros sedimentos arcillosos y calizos aportados por mansas corrientes.

Todo esto se formó mientras desde el nivel del mar fueron elevados hasta más de 1000 metros en algunos puntos, hasta más de 3000 en otros, los bancos eocenos anteriormente sedimentados.

Simultáneamente se depositaban en las costas del S. y del SE. grandes bancos de origen marino, y en el interior otros más potentes todavía de origen lacustre, al propio tiempo que en los montes emergidos se verificaron los inmensos derrubios que fueron necesarios para la constitución de los bancos del terciario medio.

Cuando terminó esta época empezaron á circular, por los cauces que hoy les sujetan, los cinco ríos principales de la Península en grandes espacios de sus longitudes actuales; mas no en sus comienzos el Ebro, el Duero y el Tajo, ni en su remate este último, que ya hacía largo tiempo estaba señalado á través de Extremadura y de Portugal.

Los grandes lagos miocenos del Duero y del Tajo se hallaron á niveles más altos que el del Ebro, puesto que los depósitos de este último están comprendidos entre la altitud de Miranda, situada á 597 metros en su límite superior, y la de Ascó (Tarragona), que apenas llega á 200 metros, mientras que las otras dos cuencas tienen altitudes comprendidas entre los 600 y los 700 metros.

La composición petrológica de las tres es enteramente idéntica, lo que prueba, además de sus restos, su contemporaneidad. Probable-

mente se comunicaban entre sí, como hoy lo hacen los grandes lagos de la América del Norte.

Según observó hace tiempo Verneuil (1), la cuenca terciaria del Duero, rodeada por todas partes por terrenos cretáceos y más antiguos y con las sobreposiciones cuaternarias de Castilla la Vieja, presentaba un desagüe hacia Pancorbo en su extremo NE., por el cual había una depresión por donde sus aguas, formando grandes cataratas, caerían á la cuenca del Ebro. El lago que ocupó gran parte de Castilla la Nueva y cuyos terrenos están hoy comprendidos en las cuencas del Tajo y del Guadiana, comunicaría con los del Duero y del Ebro por canales y cascadas que pasarían por otros lagos menores situados entre Sigüenza y Almazán, al propio tiempo que uniese sus aguas por otros desfiladeros con extensas lagunas de las provincias de Teruel, Albacete y Valencia, una de las cuales fué probablemente la profunda depresión del Gabriel, situada entre Minglanilla y Villargordo.

Las manchitas lacustres que hay en la elevada muela del Oro, en el valle del río Magro, entre este río y Cofrentes, y todavía á niveles muy altos, en Jalance y Zarra, señalan otros tantos jalones de la línea por donde el gran lago del centro de la Península vertía sus aguas al Mediterráneo. El lago de la gran cuenca del Ebro estaba enteramente separado del mar, al cual tal vez vertía sus aguas por la profunda garganta á la que hoy está sujeto el río entre Mora y Tivenys en el remate de su curso.

Aunque no es del todo evidente la causa de la desecación de los grandes lagos que ocuparon en la época miocena más de la tercera parte de la extensión que hoy tiene la Península, probablemente ese fenómeno fué debido á los grandes cambios que ocurrieron en el relieve del suelo y en la distribución de las tierras emergidas y de los mares. Estos cambios se efectuaron suavemente, á fuerza de largo tiempo, sin sacudidas violentas, pues por regla general los depósitos miocenos no presentan dislocaciones profundas, ni repetidos plie-

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 2.<sup>a</sup> serie, tomo X, pág. 78.

gles, ni las inversiones estratigráficas que á cada paso se observan en las formaciones que les precedieron.

Al final de la época miocena los movimientos del suelo debieron efectuarse en una escala muy grande y sobre un continente muy extenso, una parte del cual se levantó á mayor altura, al propio tiempo que otra parte se hundió bajo las aguas del mar. En esta suposición, los grandes lagos de la Península estuvieron situados en un nivel mucho más bajo que el que hoy tienen las capas que en ellos se constituyeron en una época de larga duración, puesto que aquéllas suman en algunos puntos más de 550 metros de espesor.

Y según observó Verneuil <sup>(1)</sup>, si estos lagos existieron durante un espacio de tiempo muy largo, necesitaron, como sucede con todos los lagos que hoy se hallan en el globo, medios de alimentación proporcionados á su extensión, es decir, corrientes que llevasen de continuo grandes volúmenes de agua. Debieron ser ríos tan caudalosos ó más que el Ebro, el Duero y el Tajo, que á la sazón no existieron.

«Si se restableciesen hoy día, agrega Verneuil, estos lagos, se desaguarían inmediatamente y no podrían subsistir. Pero aun cerrando todas las barreras y nivelando el terreno, estos lagos se secarían muy pronto, pues la cantidad de agua evaporada en tan extensa superficie sería mucho mayor que la que pudieran recibir.

»¿De dónde procedían los ríos que suponemos? No podían venir de Francia, pues los Pirineos existieron ya al comienzo del mioceno presentando una barrera infranqueable á toda comunicación entre España y el resto de Europa, y por todos los demás lados la Península estaba rodeada por los mares. La existencia de estos mares supone, pues, otra configuración de nuestro suelo, suposición que recuerda involuntariamente la *Atlántida* de Platón, y que concuerda con la opinión de Forbes de que en una época reciente Irlanda estaba, si no unida con España, al menos bastante próxima para haber recibido una parte de su fauna y de su flora actuales.»

(1) Loc. cit., pág. 77.

Archiac hizo notar <sup>(1)</sup> la singular analogía que presentaron en la época miocena la meseta central de Francia y las del centro de España, pues entonces ambas naciones eran dos penínsulas alineadas de NE. á SO., recortadas por varios golfos por donde penetraban las aguas del mar y encerrando grandes lagos. Pero también son muy notables las diferencias de esas mesetas, pues las de España, que son las más altas, carecen de los productos ígneos que durante tres periodos consecutivos salieron á luz entre las masas graníticas de Auvernia, y están cercadas de terrenos secundarios que faltan en la otra región. Además, los depósitos que dejaron los lagos españoles fueron levantados en masa á gran altura, mientras que el centro de Francia, tan agitado por las sacudidas hipogénicas, apenas sufrió alteraciones en su nivel primitivo.

Los mares mioceno y plioceno no penetraron en el centro de la Península, ni invadieron terrenos que hoy son la costa cantábrica: quedaron reducidos á pequeños territorios del litoral de Cataluña y Valencia; pero, en cambio, el Océano avanzó por el S. hasta el pie de Despeñaperros, y más al SE. por las provincias de Murcia y Albacete hasta cerca de Almansa, al pie de las sierras de Meca y de Alcaraz, en los términos de Vianos, Masegoso y Villarrubia. Es notable que estos puntos se encuentren en una línea que uniese la cuenca terciaria de Almansa con la del Guadalquivir y próximamente á igual distancia de éstas.

Por casi todas las manchas de las cuencas lacustres se observan los efectos de enérgicos derrubios que hicieron desaparecer gran parte de las rocas del sistema, determinando los rasgos orográficos habituales en los suelos que constituyen. Cuando las calizas han resistido á la denudación, forman mesetas horizontales ó ligeramente inclinadas, limitadas en todos sentidos por rápidos taludes. Las rocas detriticas originan, por el contrario, un suelo doblado en extensas lomas ó serrijones poco elevados, espaciados por angostas cañadas y vallejos de variable amplitud. En muchos parajes donde

(1) *Histoire des progrès de la géologie*, tomo II, pág. 844.

han sido fuertemente derrubias y están cerca de manchas diluviales ó en contacto con éstas, es muy difícil deslindar este sistema del cuaternario, y sólo aproximadamente se pueden marcar sus líneas de separación. Así sucede principalmente en las provincias de la cuenca del Duero.

Los efectos de la denudación se manifiestan en el suelo mioceno por la desaparición de grandes masas de rocas á lo largo de los ríos y arroyos; pero el terreno presenta aspecto distinto según la naturaleza de los sedimentos que fueron derrubias. En los bordes de la formación, donde predominan los conglomerados de cantos gruesos, el suelo es en general agreste y está cortado por profundos tajos y escarpas de rápidas pendientes; en las comarcas donde las areniscas y arcillas son las rocas más frecuentes, determinan las aguas superficiales un suelo formado por serrijones ó lomas, y por mesetas ó muelas, limitadas por ribazos de rápidas laderas, en muchos sitios coronadas por las margas ó por las calizas de la parte superior del sistema.

#### CARACTERES PETROLÓGICOS

Las rocas que esencialmente entran en la composición del mioceno, son conglomerados, areniscas, arcillas, margas, yesos y calizas, encontrándose además, como sustancias accidentales, la sal común, el sulfato de sosa, los hidróxidos de hierro, el lignito, el azufre y otros minerales que se detallarán más adelante.

CONGLOMERADOS.—A medida que se asciende en la escala cronológica de los terrenos, es naturalmente mayor la complejidad de los elementos mineralógicos que entran en la composición de sus rocas detríticas, pues se hace cada vez más variada la de las capas preexistentes á expensas de las cuales se formaron. Por tal razón, los conglomerados terciarios, y en especial los oligocenos y miocenos de nuestras cuencas lacustres, están formados de cantos de una gran variedad de texturas y colores procedentes de todos los bancos de los sistemas que las limitaron. Lo mismo se puede decir de las

formas y de los tamaños de sus cantos, que son más gruesos y más angulosos cerca de los bordes de la formación, ó sea en la proximidad de las orillas de los lagos que rellenaron, que en las zonas interiores de estos mismos, á donde los arrastres hubieron de ser más largos y menos tumultuosos.

Entran, pues, en las pudingas del terciario lacustre todas las variedades de rocas hipogénicas, cristalinas, paleozóicas, secundarias y eocenas descritas en los capítulos anteriores.

Las mismas variaciones se ofrecen relativamente al cemento que une los cantos de los conglomerados, que casi siempre es margo-sabuloso; pero también lo hay esencialmente margoso en todos los grados proporcionales de la arcilla y del carbonato de cal, hasta el límite extremo de ser ese cemento exclusivamente calizo.

ARENISCAS.—El mismo origen complejo que se observa en los conglomerados terciarios se ve en las areniscas si se examinan con lente ó al microscopio. Rara vez las miocenas son esencial y únicamente silíceas ó cuarzosas, como muchas de las formaciones antiguas y secundarias; y á la variedad de composición de sus elementos más ó menos finos, se une la variedad de la composición del cemento que los une. De aquí resulta que á las areniscas del sistema se las suele llamar con más frecuencia maciños y molasas, según su mayor ó menor dureza ó cohesión, siendo idéntica la composición de unos y otras. En proporciones que varían hasta el infinito, con los granillos de cuarzo se unen trocitos y granos de filadio, de caliza, de hidróxidos de hierro, hojuelas de mica, partículas feldespáticas, antibólicas, etc. Todos estos elementos resultan tan menudos en unas capas que es imposible discernirlos á simple vista, y en otras, por el contrario, son tan voluminosos los calizos y cuarzosos, que la roca forma tránsitos indefinidos ó no bien señalados á los conglomerados.

Según el predominio de unos ú otros elementos mineralógicos y la naturaleza de su cemento, bien sea margoso ó silíceo, ó casi del todo silíceo, así varía la textura, el color y los demás caracteres de estas rocas. Los tonos amarillento, gris verdoso y gris azulado son

los más comunes en los maciños y molasas, y menos frecuentes los rojizos, parduzcos y blanquecinos.

Hay bancos de maciño duro y resistente, de los que se sacan muy buenos materiales de construcción; pero abundan más las molasas, que se deshacen con mucha facilidad, y que si á falta de mejores materiales se emplean en las construcciones de edificios, no tardan éstos en presentar un aspecto de mayor antigüedad que la que realmente tienen. Desaparecen pronto las aristas vivas, se desconchan sus paramentos y las corroe el salitre, á la par que los agentes atmosféricos las atacan con excesiva rapidez.

**CALIZAS.**—Las de origen marino suelen ser blanquecinas ó amarillentas, casi siempre muy fosilíferas, en algunos parajes compactas y hasta marmóreas, más generalmente sabulosas ó arcillosas. Las de origen de agua dulce, con más frecuencia que las marinas, yacen en lechos de poco espesor, compactas ó tabulares; contienen casi siempre otros elementos mineralógicos en muy diversas proporciones, y son generalmente arcillosas, silíceas, magnesianas, bituminosas ó carbonosas; estas últimas negruzcas ó de colores oscuros, y las otras blanquecinas ó de colores muy claros. Casi todas son compactas, de escasa dureza y hasta terrosas; pero cuando son silíceas, tienen sonido campanil y son más difíciles de rayar. Las compactas y cavernosas, á la vez blancas y fosilíferas, son comunes en la parte superior de todas las cuencas lacustres.

En las calizas de muchas localidades de estas últimas son muy frecuentes las oquedades ó agujeros cilindricos que, atravesando sus bancos á variables profundidades, afectan formas en extremo caprichosas, y semejan á veces moldes de troncos y raíces vegetales; otras, sin embargo, llevan tan repetidos ó multiplicados estos agujeros, que la roca toma el aspecto de una esponja ó paual, cuya formación ha sido motivo de encontradas opiniones. Indicó Ezquerro que dichas oquedades debían proceder de que la roca caliza se hallara penetrada de riñones, nódulos, vetas, etc., de materia marga-sabulosa, la cual, disgregándose poco á poco y por la acción de las aguas, dejaba los espacios huecos que hoy se observan. Otros han supuesto que dichos

huecos fueron originados por el desprendimiento de gases, producidos al tiempo de la consolidación de la roca, y no falta quien apunte que podrían ser moldes de plantas existentes en la época de la sedimentación, desaparecidos después por ulteriores descomposiciones, hipótesis menos verosímil para la mayor parte de los casos.

Cualquiera que haya sido el origen de su formación, preciso es reconocer que la acción disolvente del agua debió intervenir, una vez iniciadas, en el ensanche de tales oquedades; pues suelen ser más frecuentes y de mayores dimensiones en las capas superficiales, que son también las más directamente sometidas á las influencias atmosféricas.

En el mioceno marino del litoral mediterráneo y de las provincias andaluzas es característica y muy abundante una caliza arcillo-sabulosa, constantemente de color amarillo y más ó menos fosilífera. Cuando es más pura y compacta, es de tonos blanquecinos y constituye una piedra excelente de construcción, por la facilidad con que se labra. A medida que entran en su composición mayores cantidades de arcilla y de cuarzo, se hace una caliza tosca y hasta terrosa, que en varios sitios pasa á una gonfolita, por la adición de cantos menudos de diferentes especies de rocas.

**MARGAS.**—Tanto las de origen marino como las de formaciones de agua dulce, son generalmente de color gris ceniciento y terrosas; pero las hay rojizas, amarillentas, blanquecinas y de otros colores, á veces abigarradas como las triásicas, aunque de matices menos oscuros, y no son raras las compactas que se confunden con las calizas arcillosas.

**ARCILLAS Y GREDAS.**—Generalmente en lechos muy delgados ó en capas alternantes de poco espesor, se intercalan entre las otras rocas del sistema las arcillas, con más frecuencia rojizas y también grises ó amarillentas. Escasean mucho las que son del todo puras, y cuando no contienen carbonato de cal que las hace ser un tránsito á las margas, suelen estar mezcladas con arenas cuarzosas muy finas que las convierten en gredas, en muchos sitios gris-verdosas ó gris-azu-

ladas, por variables proporciones de substancias cloríticas más ó menos descompuestas que entran en ellas.

Yeso.—Con tal abundancia se presenta el yeso en este sistema, que debe considerarse como una de las rocas más esenciales y bajo diferentes formas, tanto cristalinas como compactas, en grandes masas lenticulares, en capas de diferente grueso, en lajas y hojuelas dispersas en las arcillas, en cristales sueltos diseminados entre las margas y en vetillas que se entrecruzan en estas últimas. Es lo más frecuente que sea blanco ó hialino; pero también se encuentra abigarrado con las apariencias del yeso triásico. Algunas variedades compactas y sacaroideas se utilizan para hacer baldosines en las provincias de Guadalajara, Segovia y otras.

Para explicar su abundancia en la zona media del mioceno, el Sr. Cortázar supone <sup>(1)</sup> que existieron entonces muchos geysers con manantiales sulfurosos y de sulfuros alcalinos. Admitiendo este origen, de acuerdo con las ideas de Elie de Beaumont, se comprenden los trastornos estratigráficos que son frecuentes en este sistema, cuando el yeso es muy abundante.

Si se supone que cada átomo de carbonato cálcico se transforme en otro de yeso, ó sea sulfato cálcico con dos equivalentes de agua, como el peso de la primera sal es 50 y el de la segunda 86, cada metro cúbico de caliza, cuyo peso absoluto es de 2700 quilogramos, habrá producido 4644 quilogramos de yeso; y como el peso específico de éste es 2,51, los 4644 quilogramos representarán un volumen de 2,01 metros cúbicos; es decir, que al transformarse la caliza en yeso, el volumen que resulta es más del doble del primitivo.

«No es, pues, extraño, añade el Sr. Cortázar, que verificados tal reacción y consiguiente aumento de volumen, se hayan producido los pliegues y levantamientos que se ven en el mioceno, pues el fenómeno es de tal energía, que basta para darse cuenta de los mayores resultados dinámicos, sin más que considerar que con sólo un aumen-

(1) *Descr. fis., geol. y agrol. de la prov. de Valladolid.*

to de 3 por 100 que tiene el agua al pasar del estado líquido al sólido, trece veces menor que el que resulta al transformarse la caliza en yeso, es bastante para hacer saltar los cañones de la artillería.»

#### CARACTERES PALEONTOLÓGICOS

En el mioceno lacustre, que es mucho más extenso que el marino, escasean extraordinariamente los fósiles. Los maciños y molasas sólo presentan, en muy reducido número de capas, algunos vestigios vegetales enteramente indeterminables. Las margas y los yesos son casi siempre igualmente azóicos, y tan sólo las calizas arcillosas ó silíceo-arcillosas muestran restos de gasterópodos pulmonados de los géneros *Helix*, *Planorbis*, *Paludina*, *Bulimus*, *Lymnaea*, etc. Las especies que parecen más comunes son *Lymnaea longiscata*, Brong.; *L. acuminata*, Brong.; *Planorbis rotundatus*, Brard.; *P. cornu*, Brong.; *P. crassus*, Serr., y *P. solidus*, Thome. Pero se debe advertir que la mayor parte de las determinaciones de éstas se han efectuado sobre moldes y no merecen una confianza absoluta.

Se citan además varias especies de mamíferos de los géneros *Cervus*, *Antilope*, *Tragoceros*, *Palæomeryx*, *Sus*, *Anoplotherium*, *Hipparion*, *Anchitherium*, *Rinoceros*, *Mastodon*, *Dinotherium*, *Sciurus*, *Castor*, *Amphicyon*, *Hyænicteis* y *Hyænarctos*, siendo entre todas las más comunes el *Mastodon longirostris*, Kamp., y el *Hipparion gracile*, Kamp. También tocante á este grupo resta mucho por aclarar y estudiar.

Mucho más rica y variada es la fauna marina del sistema, y entre sus especies más extendidas ó abundantes merecen citarse las siguientes: *Clypeaster altus*, Lam.; *Ostrea callifera*, Lam.; *O. longirostris*, Lam.; *O. crassissima*, Lam.; *Pecten opercularis*, Lin.; *P. prescabriusculus*, Font.; *P. cristatus*, Brocchi; *Cardium lians*, Broc.; *Turritella cathedratis*, Brong.; *T. rotifera*, Lam.; *Balanus tintinabulum*, Lin., y *Carcharodon megalodon*, Ag.



## CARACTERES ESTRATIGRÁFICOS

Según se dijo anteriormente, por regla general las capas miocenas no presentan dislocaciones profundas, ni repetidos pliegues, ni las inversiones estratigráficas que á cada paso se observan en las formaciones que las precedieron, sino que yacen generalmente horizontales ó con suaves inclinaciones; y donde se levantan plegadas ó se acercan á la vertical, se reconoce por causa la producción de grandes masas de yeso. En varios parajes suelen marcar algunas inclinaciones, que á veces se acercan á la vertical cuando están en el contacto ó cerca de él con formaciones más antiguas.

## EXTENSIÓN

A la considerable cifra de 104298 kilómetros cuadrados asciende la extensión superficial con que se figura en el Mapa general el sistema mioceno en España. Esa cifra, sin embargo, habrá de reducirse mucho, á medida que se vayan deslindando con mayor exactitud las diferentes formaciones terciarias, pasando al oligoceno y al plioceno varios millares de esos kilómetros cuadrados indebidamente señalados como miocenos.

Tal como hoy se representa, ocupa el sistema 41106 kilómetros cuadrados en la provincia de Cuenca, 8865 en la de Zaragoza, 5991 en la de Albacete, 5942 en la de Burgos, 5859 en la de Huesca, 4845 en la de Teruel, 4789 en la de Valladolid, 4224 en la de Toledo, 4147 en la de Lérida y 4057, en la de Ciudad Real. Con superficies decrecientes desde 5994 (Guadalajara) á 1092 (Cádiz), siguen en segundo término, con estas dos últimas, Sevilla (5245), Soria (3152), Jaén (5000), Palencia (2984), Navarra (2957), Badajoz (2668), Murcia (2221), Albacete (2205), Córdoba (2122), Salamanca (2090), Madrid (1985), Logroño (1985), Zamora

(1982), Baleares (1759), Alicante (1475), Tarragona (1415) y Valencia (1206).

Aparecen en tercer lugar con superficies decrecientes desde 750 á 52 kilómetros cuadrados las provincias de Segovia, Almería, Málaga, Barcelona, Granada, Alava, León, Castellón, Huelva y Gerona.

## DIVISIÓN EN EDADES Ó TRAMOS

Si bien sus materiales se fueron acumulando simultáneamente en los lagos del interior de la Península por un lado, en las bahías de la costa de Levante y en el golfo profundo que hoy ocupa el valle del Guadalquivir por otro, atendiendo á sus diferencias de composición, de origen y de caracteres paleontológicos, precisa desde luego la distinción de dos miembros del sistema en mioceno marino y mioceno lacustre. Este último es el exclusivo en las provincias del interior; el marino es el único en las de Alicante, Jaén, Córdoba, Sevilla, Cádiz y Huelva; pero los dos se presentan á la vez en las de Gerona, Barcelona, Tarragona, Valencia, Murcia, Granada y Málaga.

**MIOCENO MARINO.**—En el mioceno marino, que se extiende por las provincias de Levante y del Mediodía de España, se distinguen los tres tramos helvético, tortonés y mesinense. El primero está caracterizado por la *Ostrea crassissima*, *Pecten scabriusculus*, *P. præscabriusculus*, *P. subbenedictus* y varias especies de *Clypeaster*, muy abundantes en ciertas localidades. Suele encerrar en su base grandes fajas de yeso, y tiene sus equivalentes en muchas localidades de Italia, Córcega, el Norte de Africa y la cuenca de Viena.

El tramo tortonés, también muy desarrollado en Liguria, Sicilia y otros países italianos, así como en la cuenca de Viena y en Argelia, es principalmente margoso y en él abundan varias especies de *Cerithium*.

El tramo mesinense, ó sea el mioceno superior, comienza con hieladas yesosas, y está caracterizado por varias especies de moluscos de agua salobre, tales como *Melanopsis impressa* ó *Hydrobia etrusca*,

asociadas á congerias. Estos depósitos pasan gradualmente á otros de carácter lacustre, y á este tramo debe referirse la formación de la caliza con que termina el mioceno de las cuencas de agua dulce del interior de la Península, con las cuales calizas se relacionan los restos de mamíferos encontrados en diferentes localidades que más adelante se expresan.

**MIOCENO LACUSTRE.**—Ezquerria <sup>(1)</sup>, Prado, Verneuil y otros geólogos que fueron los primeros en estudiar los terrenos de la Península, reconocieron desde luego que en el terciario medio se distinguen tres tramos ó edades: el inferior, compuesto de conglomerados, arcillas y areniscas varias veces alternantes; el medio, esencialmente margo-yesoso, y el superior, en que se muestran las calizas con frecuencia silíceas ó magnesianas, y en las cuales no son raros los restos de moluscos de agua dulce. Hay algunos puntos, como en las Tetas de Viana (Guadalajara), donde falta el tramo medio; pero es más común que por denudación haya desaparecido el superior, según se ve en muchos puntos de las cuencas principales.

El primer tramo ó edad corresponde á una época de grandes y violentos arrastres; el segundo, á una sedimentación fangosa con una fauna poco abundante en especies, pero en la formación del cual entraron grandes masas de sedimentos, alzándose el fondo de los lagos algunos centenares de metros; y por fin, el tercero corresponde á una época más tranquila en que las aguas se aclararon y tuvieron corrientes más suaves, desarrollándose muchas plantas y moluscos acuáticos, cuyos restos se mezclaron con los de otros animales que habitaban la tierra firme.

Verneuil y Collomb manifestaron en 1852 que uno de los rasgos característicos de la geología del N. y del centro de España era la formación de grandes depósitos de agua dulce, restos de antiguos lagos en los cuales la sedimentación y la fauna habían sido idénticas <sup>(2)</sup>, deduciendo que todos eran contemporáneos, remontándose

(1) *An. de Minas*, tomo III, pág. 300.

(2) *Coup d'œil, etc.*: *Bull. Soc. géol. de France*, 2.<sup>a</sup> serie, tomo X.

su edad al mioceno. Su duración debió haber sido larga, pues los sedimentos acumulados en ellos suman espesores que pasan de 550 metros en algunos sitios.

Modificó Verneuil estas ideas el año siguiente, suponiendo que en la cuenca del Ebro se habían depositado el yeso, la sal y el sulfato de sosa por aguas del mar que habían penetrado en una especie de golfo, formándose calizas con *Potamides* y *Ceritos*, como se ve entre Muniesa y Belchite, en Fuentetodos y otros puntos de la provincia de Zaragoza. Sin embargo, la formación de las grandes masas de yeso y de las sales de sosa debieron tener un origen más directo en las diversas localidades donde abundan, según se explicará más adelante en sus lugares respectivos.

En un principio, los lagos miocenos debieron estar aislados del mar. Más adelante, por medio de canales, la cuenca del Tajo estuvo unida, ó en comunicación, por un lado con la del Duero y el Ebro, y por otro con el mar, hacia los confines de Cuenca y de Valencia, pues en Cardenete, Enguinados y otros puntos se formó una caliza con *Cytheræa incrassata* y *Potamides Lamarcki*. Es posible que también hubiera habido otros canales de comunicación entre Cieza y Hellín y en los confines de Alicante y Albacete.

Al final del mioceno se produjo un gran movimiento de ascensión, y los lagos que se habían relleno de sedimento se fueron achicando, hasta quedar del todo secos.

## ARTÍCULO II

### CUENCAS DEL DUERO Y DEL EBRO

Así como el eoceno se extiende por las altas sierras de la cordillera Pirenaica alcanzando alturas hasta de 5529 metros en las Tres Soreas, el mioceno se muestra enteramente al descubierto ó oculto bajo mantos cuaternarios en los grandes llanos de las cuencas hidrográficas del Duero y del Ebro, en capas enteramente discordantes

con las del primero. El eoceno fué evidentemente anterior al levantamiento de los Pirineos, según ya se dijo, al paso que el mioceno ha sido posterior; y de aquí resulta que mientras las capas eocenas aparecen dislocadas y cortadas por fallas que las dejan á grandes alturas, las miocenas conservan casi por todas partes la misma posición con que fueron depositadas.

#### ENUMERACIÓN DE LAS MANCHAS

Los depósitos del terciario medio correspondientes á las cuencas del Duero y del Ebro, reunidas en una sola hasta el final del mioceno, ocupan una extensión de 52564 kilómetros cuadrados, ó sea la novena parte de la superficie de España.

**MANCHAS PRINCIPALES DE AMBAS CUENCAS.**—Esta grande mancha terciaria aparece segmentada superficialmente por otros depósitos cuaternarios que la recortan en los distintos elementos que á continuación se expresan:

*Islote de Ciudad-Rodrigo.*—Hasta cerca de la frontera portuguesa avanzaron á P. los lagos terciarios, pues Ciudad-Rodrigo se halla edificado en un islote limitado al N. por el siluriano de la sierra de Gamoniscal, al NO. por el cambriano y en los otros rumbos por el cuaternario, por debajo del cual debe unirse con las fracciones que á continuación se explican. La extensión de este islote es de 71 kilómetros cuadrados.

*Mancha de Salamanca.*—Unos 2019 kilómetros cuadrados en la provincia de Salamanca y 457 en la de Zamora, mide una mancha de contornos muy irregulares que por el SO. toca el diluvial y el siluriano junto al río Yeltes, y por el O. al cambriano cerca de Retortillo, al estrato-cristalino entre este pueblo y Cabeza de Diego Gómez, al granito desde este último hasta Porqueriza, de nuevo al cambriano hasta Juzbado en las márgenes del Tormes, otra vez al estrato-cristalino hasta cerca de Palacios del Arzobispo, y entre este pueblo y Madridanos, en su remate septentrional, al diluvial. Este

último sistema, con multiplicados entrantes y salientes, forma sus linderos del N. y del E. cruzando al L. de Fuente-Saúco; y por el S. limitan la mancha los aluviones del Tormes entre Francos y Salamanca, y el cambriano en el resto de sus linderos, comprendiendo intermedio el islote granítico y estrato-cristalino del Corral de Martín Amor.

*Faja de Zamora.*—Zamora se halla edificada en la parte media de una faja terciaria que con una longitud de 42 kilómetros y un ancho medio de 7 se alinea de N. á S. entre Riego del Camino y Peñausende, limitada á P. por los terrenos antiguos y al E. y S. por el cuaternario.

*Mancha de Villalón.*—Por el O., muy cerca de Zamora, separan esta mancha de la de dicha ciudad los aluviones del Valderaduey hasta Torres del Carrizal; el diluvial entre este lugar y Bretó, edificado en el cambriano; los aluviones del Esla, hasta su confluencia con el Cea, y los de este río hasta cerca de Sahagún, donde el diluvial termina los linderos por este rumbo. También el cuaternario la limita superficialmente por el N. desde Riosequillo hasta cerca de Rivas, donde comienzan los aluviones del Carrión que la ocultan hasta Dueñas, y los del Pisuerga que se prolongan hasta la unión de éstos con los del Duero entre Valladolid y Tordesillas. Estos últimos aluviones limitan la mancha por el lado del S. hasta reunirse con los del río Hernija entre San Román y Pedrosa del Rey; y desde este término hasta cerca de Zamora completa sus linderos meridionales la faja diluvial de Toro sobre la derecha del Duero. Otra diluvial comprendida entre Villalpando y Fuentes Secas queda envuelta por la mancha terciaria, á la que segmentan parcialmente con largas y estrechas fajas los aluviones de los ríos Valderaduey y Sequillo.

Las cabezas de partido de Villalpando, Mota del Marqués, Medina de Rioseco, Villallón y Frechilla y algunos centenares de pueblos y aldeas, quedan comprendidos en esta mancha, de la cual corresponden 2852 kilómetros cuadrados á la provincia de Valladolid, 1257 á la de Palencia, 1121 á la de Zamora y 175 á la de León.

*Otros islotes leoneses.*—Envueltos también por mantos diluviales, hay otros cinco islotes en la provincia de León, que suman 44 kilómetros cuadrados: uno entre Vallejo y Villacé; otro en Pajares de los Oteros, al NE. de Valencia de Don Juan; otro, más al SE., entre Quintanilla y Valdemora; otro al NE. de Sabagún, entre San Pedro de Valderaduey y Villalebrín, y otro en San Martín de Cueva en los confines con Palencia.

*Isleos de Siete Iglesias.*—Entre Toro y Nava del Rey, al S. de la mancha anterior, asoman dos isleos limitados al N. por los aluviones del Duero, al O. por los del Guareña apoyados en el diluvial y al SE. por el diluvial. El menor, que está al S. de Pollos, se halla separado del mayor, en el que se alzan los lugares de Siete Iglesias y Castroño, por los aluviones del río Trabancos. De estos isleos pertenecen 150 kilómetros cuadrados a la provincia de Valladolid y 70 a la de Zamora.

*Isleos de Benavente.*—Cerca de Benavente, envueltos por el cuaternario, asoman otros dos islotes anejos: uno al N. de la ciudad, sobre la derecha del Esla, en Matilla de Arzón, y otro más al E., sobre la izquierda del mismo río y cerca de su confluencia con el Cea. Corresponden de estos isleos 50 kilómetros cuadrados a Zamora y 20 a León.

*Mancha soriano-burgalesa.*—Esta fracción, muy importante de la gran mancha general, puede considerarse compuesta de cuatro secciones unidas unas a otras por estrechas lengüetas a modo de istmos. La primera sección, comprendida entre Burgos y Lerma, está limitada al N. y al O. por los aluviones del Arlanzón, al S. por los del Arlanza y al E. por las manchitas triásicas y jurásicas de Villarsur, la fajita jurásica de Jaramillo Quemado, las manchas cretáceas e infracretáceas de Salas de los Infantes, con una manchita diluvial en Covarrubias. Un estrecho istmo que hay al S. de Puentevedra la une con la segunda, la cual está separada de la anterior por los aluviones del Arlanza, de la siguiente por los del Duero y de la de Villalón por los del Pisuerga. La limitan por el E. la mancha cretácea de Salas de los Infantes y la diluvial de Burgo de Osma, uniéndose

con la tercera por un istmo comprendido entre La Vid y Alcozar, sobre la derecha del Duero.

La tercera sección está separada de la anterior por los aluviones del Duero, rematando sus linderos septentrionales la mancha diluvial de Burgo de Osma. Por el O. la limita el diluvial; por el S. confina con el cuaternario desde el término de Mojados hasta Fuente Piñel, con el cretáceo entre este último y Torre Adrada, con el diluvial hasta Aldehorno, con varias manchitas cretáceas estrato-cristalinas y silurianas hasta Maderuelo, otra vez con el diluvial entre Maderuelo y Esteban Vela, y a partir de este último lugar, toca varias manchas del siluriano, del triás, del lias y del cretáceo, enlazándose con la sección siguiente por un istmo que se extiende desde Recuerda hasta Aguilera, pasando por Morales.

A L. de este istmo se extiende la cuarta sección, limitada al N. por el diluvial de Burgo de Osma, el eoceno de Soria y el oligoceno del Campo de Gómara. Este último y la fajita cretácea de Deza forman sus confines orientales; la manchita cretácea de Briás los occidentales, y por el S. confina con distintas manchas cretáceas, liásicas, triásicas y jurásicas que cruzan, entre otros términos, por los de Bello, Barahona, Somaén, Sisamón e Ibdes.

Esta importante mancha, que, con las anteriormente enumeradas, componía la rama occidental del gran lago de la cuenca que describimos en este artículo, mide 9725 kilómetros cuadrados de extensión, de los cuales 1070 corresponden a la provincia de Palencia, 1695 a la de Valladolid, 5179 a la de Burgos, 2827 a la de Soria, 574 a Zaragoza y 580 a Segovia.

Las cabezas de partido de Cuéllar, Valoria, Baltanás, Lerma, Roa, Peñafiel, Aranda de Duero, Almazán y más de un millar de lugares y aldeas, están incluidos en esta mancha, que también envuelve varios islotes de otras formaciones, principalmente en la provincia de Soria, que sería prolijo enumerar.

*Otros islotes segovianos.*—Rodeado por el diluvial en la confluencia del Eresma y el Balisa, asoma en Coca un islote; y entre Torrecilla del Pinar y Fuente el Olmo, otro menor. Entre Villacastín

y Monterrubio toca al cretáceo por el SE. y al diluvial en los demás rumbos otro poco mayor, sumando los tres una extensión de 11 kilómetros cuadrados.

*Otros islotes vallisoletanos.*—Envuelto por el diluvial y cruzado por el Eresma asoma un islote entre Olmedo y Alcazorén, y más al N., sobre la izquierda del Cega, se alinea otro paralelo á este río entre Iscar y Mojados. Ambos islotes suman 105 kilómetros cuadrados de extensión.

*Mancha riojano-burgalesa.*—Los aluviones del Pisuerga desde Villela y hasta Venta de Baños limitan al O. esta mancha, separándola superficialmente de las otras, ya descritas, de la provincia de Palencia; y en su extremo opuesto, ó sea por el E., queda interrumpida ó separada, también superficialmente, de otras manchas navarras, por los aluviones del Arga, desde un par de kilómetros al S. de Mendigorria hasta las orillas del Ebro frente á Rincón de Soto.

En una longitud de más de 200 kilómetros, desde Villela hasta Igúzquiza, al SO. de Estella, forma su límite septentrional la formación cretácea que sobresale con un encorvado cabo saliente entre Huérmece y las cercanías de Briviesca, al O. de cuya villa termina este cabo con dos islotes reunidos del jurásico y del triás, acompañados de otros varios de ofita. Estas tres formaciones más antiguas con otros islotes reunidos, acompañan al cretáceo en su línea de contacto con el terciario en el término de Poza de la Sal. A partir de Igúzquiza hasta su remate, el eoceno reemplaza en su contacto al cretáceo, aparte de una fajita de este último en Arellano.

Los linderos meridionales de esta mancha son mucho más sinuosos y complicados. Pasando por Burgos, comienzan desde Venta de Baños hasta Arlanzón en contacto con los aluviones del río de este nombre. Entre Arlanzón y Rábanos y entre San Vicente y Ojacastro rodea la línea límite dos manchas diluviales, tocando en el espacio intermedio á dos fajitas triásica y jurásica, en la prolongación oriental de las cuales las sigue el mioceno hasta Anguiano, donde se interpone otra fajita cretácea que termina á mitad de distancia entre este último pueblo y Torrecilla de Cameros. Al O. de esta villa, el mio-

ceno toca de nuevo al jurásico y rodea después otra mancha diluvial por los términos de Pedroso, Castroviejo, Sotes, Daroca y Castañares. Los aluviones del Iregua entre este pueblo y Logroño, y los del Ebro desde Logroño á Rincón de Soto, completan hasta su extremo oriental estos linderos meridionales.

Otras manchas cuaternarias y un islote cretáceo en Atapuerca se hallan envueltas en la que se relata, y en la cual se comprenden las cabezas de partido de Castrojeriz, Villadiego, Briviesca, Belorado, Santo Domingo de la Calzada, Nájera y La Guardia. De los 5567 kilómetros cuadrados á que asciende su extensión superficial, corresponden 2757 á la provincia de Burgos, 1285 á la de Navarra, 1155 á la de Logroño, 287 á la de Alava y 85 á la de Palencia.

*Otras manchas palentinas.*—Avanza al N. hasta Requena de Campos y al S. hasta Venta de Baños una mancha limitada al E. y al S. por los aluviones del Pisuerga, al O. por los del Carrión y al N. por el diluvial. Este último envuelve más al N. un islote que media entre Osorno la Mayor y Santillana de Campos. Al N. de Carrión de los Condes hay también entre el diluvial un islote en Villasabariego, al que sigue otro menor entre La Serna y Renedo, sobre la izquierda del Carrión. Al E. de Saldaña aparece otro entre Villanueva del Monte y Quintanilla. Limitada al NE. por el diluvial y al SO. por el aluvial, se extiende una fajita estrecha entre Revilla y Calahorra, por el costado izquierdo del valle de Buedo.

Cerca de Cervera de Río Pisuerga, formando los bordes más septentrionales del antiguo lago terciario, hay cuatro isleos. El más occidental, envuelto por el diluvial, cruza entre Villaoliva y Respenda; desde Villalbeto á Loma se encuentra el segundo, que toca por el N. una faja cretácea; en Buedo está el tercero enclavado en el diluvial, y entre Colmenares y Alar del Rey se extiende el cuarto, mucho mayor que los otros reunidos, el cual está limitado al N. por el cretáceo, al E. por el cretáceo y los aluviones del Pisuerga y al S. y al O. por el diluvial.

Todas estas manchas palentinas suman 552 kilómetros cuadrados de extensión.

*Otras manchas burgalesas.*—Al N. de Villasur y al E. de Arlanzón asoma una fajita limitada al N. por el diluvial, al S. por el jurásico, el triás y el hullero; y entre Lerma y Salas de los Infantes, desde Covarrubias á Retuerta, cruza el Arlanza otra manchita limitada al O. por el diluvial y en los demás rumbos por el cretáceo. Suman las dos manchas 15 kilómetros cuadrados.

*Mancha de Arnedo.*—Los aluviones del Ebro separan esta mancha de la riojano-burgalesa desde Logroño hasta Rincón de Soto por el lado del N., y desde Rincón de Soto hasta cerca de Corella por el del E. Sus límites occidentales comienzan con los aluviones del Iregua desde Logroño hasta Castañales; siguen en contacto del diluvial hasta Nestares; á partir de este pueblo tocan varias fajitas triásicas y jurásicas hasta Jubera, desde el cual cerca á la mancha el infracretáceo hasta Antoñanzas. Entre este pueblo y Turruncún reaparecen en sus bordes las fajitas triásica y jurásica, acompañadas de dos hulleras entre Préjano y Villarroya. Las mismas fajas secundarias, con los extensos aluviones del río Alhama en los términos de Corella y Alfaro, constituyen los límites meridionales de esta mancha, que mide 752 kilómetros cuadrados en Rioja y 20 en Navarra.

*Mancha de Tarazona.*—Situada al S. de la anterior, de la que está separada superficialmente por las fajitas del secundario de Fitero y por los extensos aluviones del río Alhama en los términos de Cintruénigo y Castejón. Por el E. la limitan el cuaternario entre Castejón y Figueruelas y los aluviones del Jalón entre Figueruelas y Riela. Por el O. toca al infracretáceo entre Fitero y Cigudosa, entre Agreda y Los Fayos y en las inmediaciones de Riela; al jurásico entre Cigudosa y Agreda, entre Vozmediano y Ambel, y acompañado del triás entre Huechaseca y cerca de Riela; al siluriano al O. de Huechaseca, y al cuaternario en Añavieja y San Martín de Moncayo.

De esta mancha corresponden 1000 kilómetros cuadrados á la provincia de Zaragoza, 45 á la de Logroño, 89 á la de Soria y 285 á Navarra.

*Otras manchas sorianas.*—Enclavada en el liásico hay una manchita en Caracena; entre el liás y el cretáceo otra en Galapagares, y

enteramente en el cretáceo una en Fuencaliente al pie del Monte Ardal (215<sup>m</sup>); otra en Bello, y otra en La Riba de Escalote. Tocando por el E. al jurásico y en los demás rumbos al aluvial, se marca otra al S. de Añavieja; envuelta por el eoceno se ve otra en Alconilla, entre el oligoceno y el cretáceo otra en Miñana, en el oligoceno otra en Ledesma y entre el oligoceno y el diluvial otra en Almazul. En Aldehuela y La Mallona se extiende otra mayor que todas las anteriores, que toca por el S. una fajita eocena y está envuelta por el cretáceo en los otros rumbos.

Mucho mayor es otra que entre Calatañazor y el Duero se halla limitada por el cretáceo con tres islotes eocenos por su borde septentrional, rodeándola en los otros rumbos el diluvial, que la separa de la soriano-burgalesa ya descrita.

Suman todas estas manchas la extensión de 216 kilómetros cuadrados.

*Otras manchas riojanas.*—Enclavada en el infracretáceo, se ve una al SO. de Aguilar de Río Alhama, y envuelta por los aluviones del Ebro, asoma otra entre Alfaro, Castejón y Corella, sumando ambas una extensión de 27 kilómetros cuadrados.

*Gran mancha de la mitad oriental de la cuenca.*—La mitad oriental de la gran mancha lacustre del Duero y del Ebro, correspondiente por completo á esta última cuenca, se distingue de la mitad occidental por no hallarse tan fraccionada en otras varias, á causa de la sobreposición de las grandes masas diluviales y aluviales que aislan en segmentos é islotes el terciario de la cuenca del primero.

Esta mancha se halla separada de las anteriores por las fajas aluviales del Arga y del Aragón, del Ebro y del Jalón, que la limitan por el O.

Su borde septentrional está en contacto con el eoceno desde Mendigorria hasta Aniés, con el triás y el cretáceo asociados al eoceno en varias fajitas desde Aniés hasta el Noguera Ribagorzana, y con el eoceno únicamente desde este último río hasta su extremo oriental, que remata muy estrechado en el numulítico de Igualada.

Su borde meridional toca al liásico entre Riela y Almonacid, donde

termina una fajita triásica á la que sigue el siluriano hasta Cosuenda. Desde este pueblo hasta Villar de los Navarros hacen un gran entrante en la mancha otras liásicas y diluviales; entre el último pueblo citado y Blesa la cercan el siluriano, el devoniano y el triás, sobresaliendo otro cabo saliente liásico por las márgenes de los ríos Moyuela y Aguas. El mismo sistema liásico sigue en su contacto desde Muniesa hasta la muela de los Montalvos cerca de Andorra, y á partir de este lugar hasta Valderrobles, la limita el infracretáceo con un islote triásico en las Parras de Castellote. Entre Valderrobles y Prat de Compte vuelve el liásico á limitarla, siguiendo después sus linderos el triás desde Prat de Compte á Figueras, el siluriano hasta las inmediaciones de Montblanch, el diluvial en esta villa y el cretáceo entre Lilla y Montbrió de la Marca, á partir del cual comienza su contacto con el eoceno que bordea el extremo oriental de esta formación lacustre.

Zaragoza, Huesca y Lérida, Tafalla, Ejea, La Almunia, Belchite, Híjar, Alcañiz, Valderrobles, Gandesa, Caspe, Pina, Sariñena, Barbastro, Tamarite, Fraga, Balaguer y Cervera, y cerca de dos millares de villas, lugares y aldeas, quedan incluidos dentro de esta mancha, que ocupa la extensión de 22732 kilómetros cuadrados, de los cuales corresponden 1567 á Navarra, 5359 á la provincia de Huesca, 6686 á la de Zaragoza, 5077 á la de Teruel, 40 á la de Castellón, 1560 á la de Tarragona, 4101 á la de Lérida y 92 á la de Barcelona.

Muchos islotes jurásicos, triásicos y diluviales, y varias fajas aluviales, se hallan también envueltos dentro de la misma.

**FAJA DE CALATAYUD.**—Las fajitas aluviales del Jalón y del Jiloca segmentan en tres fracciones una faja terciaria que se extiende alineada de NO. á SE. desde Malanquilla hasta Ferreruela. En su remate septentrional toca al triás y al jurásico en Malanquilla; desde este pueblo hasta Villarreal la limita al NE. el siluriano; entre Villarreal y Romanos se interpone entre estos dos sistemas el cambriano, pasado el cual, el triás y un islote siluriano completan sus confines orientales.

Por el O. la limitan el jurásico entre Malanquilla y Bijuesca, el siluriano desde este último hasta Torrijo, al S. del cual se interponen los remates de una faja triásica y cretácea, reapareciendo el siluriano en los términos de Villaluenga y de Moros. Entre Ateca y Ferreruela termina sus linderos occidentales una faja diluvial.

Corresponden á la provincia de Zaragoza 658 kilómetros cuadrados de su extensión y sólo 3 á la de Teruel.

**MANCHA DE TERUEL.**—Esta es una de las manchas más irregulares que se figuran en el Mapa general, siendo casi imposible describir con alguna claridad sus linderos y sus multiplicados apéndices con que se ramifica en todos sentidos. En su mayor parte no pertenece á la cuenca del Ebro, sino á la del Guadalaviar; mas por su composición y su origen lacustre, en este artículo conviene incluirla.

Una faja cambriana y otra mucho mayor diluvial, dividen su remate septentrional en dos ramas desiguales. La del E. termina al N. en un islote siluriano y una faja triásica hasta Bea, y á partir de este pueblo otra faja cretácea bordea sus linderos orientales hasta Montalbán, desde donde la limita el infracretáceo con repetidos ensanches y estrecheces hasta Galve. La rama del O., que avanza mucho más hacia Daroca, está limitada á P. por el cambriano hasta Calamocha, donde vuelve á bifurcarse con un apéndice apoyado sobre el cretáceo desde la laguna de Gallocanta hasta Villalba de los Morales, interponiéndose después entre este lugar, Monreal y Blancas un islote diluvial. Desde Blancas hasta Gea de Albarracín el jurásico, acompañado de algunas fajitas triásicas interpuestas, completa los linderos occidentales de esta rama y de la mancha en general.

Por el lado del E. á partir de Galve hasta su remate en Aldehuela, es una mancha jurásica la que termina los confines orientales de la terciaria, á la cual por el extremo S. tocan el triás entre Gea y Bezas, el jurásico entre Bezas y Villastar y el cretáceo entre Villastar y Aldehuela.

Varios islotes jurásicos, triásicos y cretáceos quedan envueltos por esta mancha, que mide 1705 kilómetros cuadrados en la provincia de Teruel y solamente 20 en la de Zaragoza.

**OTRAS MANCHAS ZARAGOZANAS.**—Enclavada en el cretáceo, cerca de los confines de Guadalajara, hay una manchita entre Aldehuela de los Tiestos y Torralba de los Frailes; un islote toca al cretáceo y al lias en Cimballa; envuelto por el cambriano se ve otro al S. de Villafeliche, é incluidos en el lias se hallan uno en Fuendetodos y otro en Moyuela. Mayor que los anteriores es una faja que pasa al NE. y N. de Trasobares, Tierga y Mesones, limitada al O. por el triás y en los demás rumbos por el jurásico y el lias.

La extensión de todas estas manchas es de 145 kilómetros cuadrados.

**ISLOTILLO DE LA SEO DE URGEL.**—La Seo de Urgel se halla edificada sobre un islote terciario, enclavado en el devoniano, que tiene 12 kilómetros cuadrados de extensión y está cruzado por el río Segre en su parte media.

**MANCHA DE PUIGCERDÁ.**—Puigcerdá está edificada en una mancha alargada al NE. desde Nas hasta Llivia, limitada al S. por el devoniano, al NE. por el cambriano en territorio francés y en los demás rumbos por el siluriano acompañado de un islote carbonífero cruzado por el Segre al N. de Bellver. Mide esta mancha 112 kilómetros cuadrados, de los cuales corresponden 52 á Lérida, 40 á Gerona y el resto á Francia.

**ISLOTILLO DE SAN MIGUEL DE FLUVIÁ.**—Acompañado de otros dos pliocenos en San Miguel de Fluvíá (Gerona), asoma junto al ferrocarril de Francia un islote de 4 kilómetros cuadrados.

**FAJA DE PINELL.**—Entre Gandesa y el Ebro, próxima á la gran mancha oriental de esta cuenca, hay una fajita alargada de NE. á SO., que comienza cerca de Mora, pasa á P. de Miravet y cruza por Pinell, limitada al E. por el cuaternario, al O. por el lias y en los otros rumbos por el triás, midiendo 51 kilómetros cuadrados de extensión.

**MANCHAS DE ADEMÚZ.**—Desgajada en tres porciones por las fajas aluviales del Turia y del Ebrón, esta mancha ocupa el centro del Rincón de Ademuz y está fuera de la cuenca del Ebro; pero por las mismas razones expuestas al tratar de las de Teruel, incluimos su descripción en este artículo.

Al N. la limita en Tormón una manchita siluriana, y en Villel, Libros y Riodeva el triásico, sistema que también la toca por el NO. entre Tormón y Castielfabib. En los demás rumbos se halla en contacto con el cretáceo.

De esta mancha corresponden 184 kilómetros cuadrados á la provincia de Valencia y 55 á la de Teruel.

**MANCHITAS ASTURIANAS.**—Por falta de fósiles no se sabe de cierto si son miocenas ó pliocenas, algunas tal vez diluviales, varias manchitas señaladas por Schulz en las costas de Asturias ó no lejos de ellas. Tales son los de Figueras, Barros y Tol, al E. de Rivadeo; otro al SO. de Cadavedo; uno al O. de Soto de Luiña, y varios entre este pueblo y Cudillero; uno entre Cudillero y Muros; otro en Podes, cerca del Cabo Negro; otro al N. de Santa Cruz de Llanera; otro entre Borres y Bustiello, 11 kilómetros al O. de Tineo, y otro al S. de Gera, entre Tineo y Cangas.

Aunque fuera ya de las cuencas del Duero y del Ebro, las incluimos en este artículo á modo de apéndice.

#### DATOS LOCALES

##### Oviedo.

Las manchitas asturianas acabadas de citar, y que provisionalmente se incluyen en el mioceno, pero que pudieran ser más modernas, se componen de arcillas, ya puras, ya margosas ó arenosas, que en algunos puntos alternan con lechos de arenas ó guijarros. Aunque en raros sitios, se intercalan también entre las arenas algunas capas de arenisca de grano fino con las caras de junta rugosas ó conchionadas, bastante dura para servir de piedra de molino. Todas esas capas yacen horizontales y rara es la mancha donde pasan de ocho metros de grueso en su total.



### León.

Los terrenos modernos de esta provincia se hallan casi enteramente por estudiar, y sólo por lo que se sabe del terciario de las provincias limítrofes se pueden deducir las condiciones de yacimiento y composición de sus estratos.

A mediados del siglo anterior se descubrieron varios restos de *Mastodonte*, probablemente del *M. angustidens*, en las márgenes del Esla, junto á la barca de Castrofuerte, en el partido de Valencia de Dñ Juan. Uno de sus molares, que correspondió á un individuo ya viejo, se representó en la *Revista Minera*, tomo I, lám. 6.<sup>a</sup>

A la misma especie correspondían también otros molares y huesos recogidos hace tiempo á orillas del Cea, en término de Valderas, entre una capa de molasa gris cenicienta, así como otros hallados con abundancia en los confines de esta provincia con la de Zamora, entre San Miguel del Valle y Roales.

### Zamora.

En su *Descripción geológica de la provincia de Zamora*, el Sr. Puig admite los tres sistemas terciarios eoceno, oligoceno y mioceno, empezando por advertir que sólo incluye el oligoceno para uniformar su mapa con los de las provincias colindantes de Valladolid y Salamanca, pues por su parte se inclina á creer que, dada la existencia de los vertebrados fósiles que menciona en la división media, tanto ésta como la superior corresponden al mioceno. En cuanto á la división inferior, que con duda refiere al eoceno, podrá tal vez pasar al oligoceno cuando se hagan nuevas exploraciones; pero seguramente no es del primer sistema de la serie.

Respetando el orden con que explica las tres divisiones, al refundirlas en un mismo sistema, hemos de considerar á cada una como correspondientes á las edades ó tramos inferior, medio y superior del mioceno.

En ningún punto de esta provincia ha observado el Sr. Puig la serie completa, sino que en unos parajes la división media se superpone á la inferior, sin que sobre ella aparezca la superior, y en otros cubre esta última, ya á la media, ya directamente á la inferior, sin interposición de la segunda. Así podrá ser.

Generalmente las capas terciarias yacen próximamente horizontales en su conjunto; pero en algunos parajes pueden medirse inclinaciones hasta de 10°. Es frecuente que las inmediatas al cauce del Duero ofrezcan un ligero buzamiento hacia ese río, y hay también sitios en que se doblan suavemente en forma de cuenca, como, por ejemplo, se verifica junto á la capital en las de la división superior, que es la única que allí se descubre.

No es posible calcular con seguridad el espesor total que en la provincia mide el terciario, pues por más que á veces pueda apreciarse en 40 á 50 metros, es desconocido el que alcanza su división inferior.

### TRAMO INFERIOR

Comienza este tramo por unos conglomerados de cantos calizos, y otros, por lo regular más abundantes de cuarzo, cimentados por una pasta calcárea y de caracteres que recuerdan los de las gonfolitas oligocenas de la cuenca del Ebro. Por la disminución en el tamaño de sus elementos y el predominio del cuarzo, pasa esta roca á una molasa de grano fino, que es la roca dominante en algunos de los manchones. En otros, esas molasas empiezan por alternar con areniscas, también de grano fino, en las cuales el elemento calcáreo falta casi por completo, y siguen hacia arriba en algún trecho esas últimas rocas en bancos gruesos, volviendo á aparecer por cima de ellos las molasas en capas de bastante espesor.

Las molasas, que en general son de estructura cavernosa, suelen encerrar riñones y geodas de caliza semicristalina, y asimismo se desarrollan en el interior de las areniscas, cuando éstas son algo calcíferas, unas concreciones cónicas ó fusiformes de la misma materia

sabulosa, dispuestas principalmente en sentido normal al de la estratificación, y á las cuales dan en el país el nombre de *peces*. Sitios hay donde la alternación de las areniscas y molasas se inicia por abajo en unas areniscas friables, calíferas y algo micáferas, y es frecuente que entre sus bancos, y también entre las gonfolitas, aparezcan lechos de arcillas ó gredas azules ó pardas.

Según el Sr. Puig, este tramo ocupa en la provincia 529 kilómetros cuadrados, y está repartido en ocho manchas, cinco de las cuales aparecen al N. del Duero, dos en los confines de León, una en los de esa misma provincia y la de Valladolid, otra penetra de territorio vallisoletano, la quinta se encuentra en el interior, al N. de Castronuevo, y las otras tres al S. del mismo río.

Pocas son las variaciones que en su composición presentan estos manchones; pero puede indicarse como la más esencial el que las areniscas, escasas ó casi del todo privadas del elemento calizo, que entran por mucho en los que se hallan al S. del Duero, faltan por completo en los otros.

*Manchón de Matilla de Arzón.*—Constituye la parte alta de la división de los ríos Órbigo y Esla, á cinco kilómetros al N. de Benavente, penetrando por el mismo rumbo en la provincia de León; ofrece una rápida pendiente por el lado del Órbigo, y muy suave hacia el Esla, por donde forma un plano ligeramente inclinado hasta la Vega de Toral; en Zamora mide 50 kilómetros cuadrados, rodeado por depósitos diluviales, y presenta un espesor considerable de molasas y gonfolitas, intercalándose unos lechos de gredas. La superficie del terreno está cubierta por el producto de la descomposición de las gonfolitas y maciños subyacentes, que da por resultado una marga sabulosa poco fértil.

*Manchón del Molar y Vega de Villalobos.*—Corresponde casi exclusivamente á la provincia de Zamora, y en la de Valladolid forma el suelo del término de Quintanilla del Molar. En la de Zamora ocupa 112 kilómetros cuadrados de extensión, por los términos de San Esteban del Molar, Villalobos, Vega de Villalobos y gran parte del de Cerecinos de Campos. Su suelo es bastante quebrado, y á los po-

zos de que se sirven los vecinos para los usos domésticos hay que darles gran profundidad, á causa de su composición, pues en él predominan las molasas sobre las gonfolitas, de las cuales sólo se descubren algunas capas en los puntos más bajos, intercalándose algunos lechos de arcilla.

*Mancha de Castroverde de Campos.*—Es la terminación por territorio zamorano de la que en la provincia de Valladolid ocupa las dos márgenes del río Valderaduey. Las molasas y gonfolitas sobre que está edificado Castroverde han quedado al descubierto por la denudación que el río produjo en las arcillas de la división media, las cuales, sin intermedio de ningún conglomerado, se apoyan por el O. y el S. sobre las capas de la inferior. Cubre esta mancha en la provincia de Zamora una superficie de 17 kilómetros cuadrados.

*Fajas de Cotanes.*—Entre este pueblo y Quintanilla del Monte se halla dirigida al NO. una estrecha faja, la cual es la terminación de una mancha que, comprendiendo á Pozuelo de la Orden y Cabreros, se desarrolla en la provincia de Valladolid. Mide siete kilómetros cuadrados, y se compone de molasas de grano grueso ó tránsito á gonfolitas, entre las cuales se intercalan á diversos niveles capas interrumpidas de unas gredas que en ningún otro punto de la provincia adquieren tanto espesor, siendo éste tanto mayor cuanto que aquéllas ocupan un nivel más bajo.

*Mancha del Palacio de los Condes.*—Entre Cañizo y Castronuevo, en el Palacio de los Condes, ocupa una superficie de ocho kilómetros cuadrados, con un espesor de más de 55 metros, compuesta de molasas y gonfolitas, que forman el único tajo que tiene el Valderaduey en todo su curso. Estas rocas se ocultan por su lado oriental bajo los depósitos diluviales de Bellver ó Raso de Villalpando, y por los demás rumbos quedan cubiertas por las del tramo medio.

*Manchones de Corrales y de Santa Clara de Avelillo.*—Desde Corrales hasta pasar de Casaseca de Campeán por el NO., hasta las inmediaciones de Villanueva de igual sobrenombre por el O. y hasta Cabañas de Sayago por el SO., forma el suelo, en 57 kilómetros cuadrados de extensión superficial, otra mancha que se apoya sobre

el granito de Sayago en la Dehesa de Villagarcía de los Pinos. A poca distancia á L. del mismo Corrales, se desarrolla con mayor amplitud, pues se extiende en 206 kilómetros cuadrados, otro depósito de igual edad, que sustenta, entre otras, las poblaciones de Gema, Jambriña, El Piñero, San Miguel de la Ribera, Santa Clara de Avellido, Fuente-el-Carnero, Fuentes Preadas, Cuelgamures, Argujillo, El Maderal y Villamor de los Escuderos. Su composición es muy uniforme, y en una cantera abierta al SE. de Corrales se ve la siguiente sucesión de los estratos en orden ascendente:

1.—Arenisca de grano fino en bancos gruesos con lechos intercalados de molasa y de arcilla azul. Su espesor es indeterminado, y en ella están abiertas las bodegas del pueblo, que son muy hondas.

2.—Arcilla silicea, gris azulada = 1 metro.

3.—Arenisca amarillenta clara, califera, de grano fino, que contiene núcleos verdosos de la misma substancia, á que dan el nombre de *peces* = 1 metro.

4.—Moladas coherentes de grano fino = 2 metros.

5.—Moladas blandas con lechos intercalados de areniscas califeras deleznales = 15 metros.

Se sobrepone á estas capas terciarias un depósito diluvial que pasa de ocho metros de espesor.

En Santa Clara las ondulaciones del suelo dejan ver unas ú otras de las rocas señaladas en la precedente serie; pero hacia su porción oriental tienden á desaparecer las capas superiores, persistiendo las areniscas más bajas con sus lechos de moladas interpuestas, según se observa en la altura de seis metros en las canteras de El Piñero.

*Faja á la derecha del Guareña.*—Las escarpadas vertientes occidentales de la meseta de la división inferior terciaria de Castronuño y Siete Iglesias, en la provincia de Valladolid, forman en la de Zamora, á lo largo de la orilla derecha del río Guareña, una faja de 92 kilómetros cuadrados, con un espesor que en muchos puntos pasa de 40 metros. En su parte superior está constituida, en una altura de cuatro metros próximamente, por unas moladas blanquecinas de grano fino y cavernosas; siguen debajo unas arcillas silíceas, amari-

llentas, con algo más de un metro de grosor, y éstas se apoyan sobre una alternación de moladas en bancos gruesos y arcillas, en lechos delgados, sumando hasta 50 metros. El último lecho arcilloso yace sobre unas areniscas califeras y micáferas, sobrepuestas á unas gonfolitas de cantos de tamaño medio, que en pocas partes se descubren por ocultarlas los depósitos cuaternarios del río. Dichas areniscas son tan friables, que en la parte honda de los barrancos se deshacen en arena suelta.

#### TRAMO MEDIO

De los tres terciarios, este terreno es el que sin sobreposición de otro depósito ocupa mayor área, pues se extiende en una superficie de 1252 kilómetros cuadrados.

Casi siempre que puede observarse su contacto con las moladas del tramo inferior, y cuando directamente se apoya sobre el cambriano ó el siluriano de la orilla izquierda del Esla, se ve que el sistema comienza por unos conglomerados de cantos de cuarzo y cemento arcilloso ó arcillo-margoso, de dos á cuatro metros de grueso, y hasta de cuatro en el manchón de Montamarta.

Sobre estas pudingas, cuando existen, ó sobre las rocas del tramo inferior, yace una zona arcillosa, que constituye el miembro principal del sistema; pero como es regla en todas partes, no sólo las arcillas varían de caracteres de unos puntos á otros y el respectivo espesor de sus diferentes hiladas, sino que á trechos se intercalan, con ó sin repetición de unos mismos elementos, lechos de margas en unos parajes, de areniscas ó samitas en otros ó de arenas sueltas, y ya los lechos accidentales son de arcillas califeras, ya de arcillas silíceas. Los depósitos se interponen en el sentido horizontal ó resultan lenticulares, con espesor bastante considerable en unos puntos y muy reducido en otros, siendo también muy común que sus caras de junta presenten ondulaciones ó desigualdades que marcan momentos de suspensión en el arrastre de los sedimentos y en las desnuda-

ciones parciales verificadas durante los mismos. Varía también mucho el espesor de la zona arcillosa, pues mientras hay puntos en que mide hasta 56 metros de grueso, como se verifica en los alrededores de Cotanes, no pasa de 15 metros en el término de Villafáfila, y apenas alcanza siete en las cercanías de Castrogonzalo, Castronuevo, Molacillos, Villalube y Gallegos.

En ella se han encontrado restos de grandes mamíferos, principalmente del *Mastodon angustidens* y del *Acerotherium incisivum*, que precisan su edad geológica. Citanse también, como encontrados juntamente con fragmentos del mencionado mastodonte, en la dehesa de Valdemimbre, del término de Sanzoles, trozos de carapachos de quelonios y dientes, que se han atribuido al *Crocodylus Rollinetti*, Brug. <sup>(1)</sup>; pero la determinación específica de este reptil parece un poco dudosa, pues pertenece, en la cuenca de París, á un nivel más bajo que el de aquellos mamíferos, ó sea al sistema eoceno (Arenas de Beauchamp).

Consecuencia natural de la inestabilidad en los caracteres y en el espesor de las distintas hiladas que entran en la composición de la zona arcillosa, es que los diversos cortes geológicos del sistema se diferencien bastante unos de otros, aun tomándolos en puntos próximos, cuyas diferencias acentúa todavía más la circunstancia de que la denudación ha barrido en grandes espacios otra zona superior, margosa y caliza, que en muchos puntos existe, variable también, aunque no tanto como la que le sirve de base; no habiéndose limitado aquella acción á derruir esa parte superior, sino que con frecuencia ha arrastrado asimismo considerables porciones de la arcillosa. Termina el tramo con unas margas blanquecinas, cuyo espesor oscila entre uno y quince metros, sobre las cuales suelen apoyarse unas calizas arcillosas, que en conjunto suelen medir de uno á ocho metros de grueso. Al E. de Gallegos del Pan, á la derecha del Duero, reemplazan á las calizas dos fajas de areniscas, la inferior al

(1) *Actas de la Soc. española de Historia natural*, tomo II, págs. 41 y 47; tomo III, pág. 53.—*Anales de la misma Soc.*, tomo V, págs. 428 y 430.

estado mueble, que entre sí comprenden otra de margas, midiendo entre las tres, que próximamente son de igual grueso, un espesor de tres y medio á cuatro metros. En el Teso de San Vicente, toda esa zona margo caliza ó margo-sabulosa, que en muchos sitios ofrece, principalmente en las calizas, abundantes vestigios de *Helix*, *Paludina*, *Planorbis* y *Limnæa*, específicamente indeterminables, se halla sustituida por una alternación de capas delgadas de caliza arcillosa y lechos de arcillas silíceas amarillentas, que se repiten en 70 metros de altura.

En resumen, la división media del terciario de la provincia de Zamora consta de los conglomerados poco constantes de la base, y de dos zonas principales que, aun cuando de composición bastante compleja, pueden calificarse de *arcillosa* la inferior y de *margo-caliza* la superior, y que el espesor total del conjunto de las dos aparece muy variable, pues pasa de 100 metros en el Teso de San Vicente, se reduce á 17 en las cercanías de Villalube, y en otros parajes no llega á este último número.

Merece consignarse que siendo tan común la presencia del yeso y de la magnesita en este tramo, dentro de las grandes cuencas terciarias lacustres de la Península, en Zamora lo mismo que en Salamanca, falta por completo el primero de esos elementos, y en cambio abunda el nitrato potásico, impregnando fuertemente las arcillas en los parajes en que éstas adquieren espesor más considerable. La magnesita, siquiera sea bastante impura, se encuentra en uno de los cinco manchones en que se reparte el sistema, dos al N. y tres al S. del Duero, y son los siguientes:

*Manchón de Villafáfila*.—Formando la mayor parte del suelo zamorano comprendido entre los ríos Esla y Valderaduey, penetra por el N. en las provincias limítrofes y se extiende á la izquierda del segundo hasta internarse en Valladolid, mientras que por el S. se oculta, bajo los depósitos diluviales de la derecha del Duero, según una línea sinuosa que, arrancando en término de Monfarracinos, sigue por los de Algodre, Matilla la Seca, Villardondiego, Villavendimio y Villalonso. Cubre una superficie de 959 kilómetros cuadrados.

Los altos cortes naturales de las vaguadas de los ríos Esla y Cea, antes de su confluencia, y otros abiertos para el establecimiento de las vías de comunicación, permiten observar su sobreposición al tramo inferior.

En la colina de Castrogonzalo, junto á la carretera de Madrid á la Coruña, se suceden los estratos por el siguiente orden ascendente:

- 1.—Gonfolitas = 1 metro.
- 2.—Arcillas azules = 1 metro.
- 3.—Molasas = 0<sup>m</sup>,50.
- 4.—Arcillas silíceas amarillentas = 1 metro.
- 5.—Areniscas arcillosas de grano fino = 2 metros.
- 6.—Margas blanquecinas = 0<sup>m</sup>,50.
- 7.—Arcillas silíceas, amarillentas y compactas = 2 metros.
- 8.—Faja de cantos rodados = 0<sup>m</sup>,50.
- 9.—Arenas rojas = 2 metros.
- 10.—Faja de cantos rodados sueltos = 0<sup>m</sup>,50.
- 11.—Tierra vegetal = 1<sup>m</sup>,50.

Las tres primeras hiladas corresponden al tramo inferior, los números 4 á 7 al mioceno medio y los cuatro últimos son depósitos posterciarios.

Las hiladas terciarias se prolongan con uniformidad en su composición por los barrancos de los términos de San Miguel del Valle, Valdescorriel y Fuentes de Ropel; pero en las cercanías de Casa de Rubiales los cauces del Esla y del Cea van abiertos en las capas 4 y 5, sin que allí se ofrezcan vestigios de las 6 y 7. En cambio, más al S., no sólo se repite la misma serie terciaria, sino que, en los términos de Santovenia y Granja de Morerueta, se interpone entre las molasas de la división inferior y las arcillas 4 un conglomerado de cantos de cuarzo cimentados por arcilla plástica, formando una hilada de algo más de un metro de espesor.

En San Agustín, sobre las molasas del tramo inferior yacen sucesivamente las siguientes hiladas:

- 1.—Conglomerado cuarzoso de cemento arcilloso = 2 metros.

2.—Arcillas sabulosas, blancas y amarillas = 1 metro.

3.—Arcillas salitrosas = 10 metros.

4.—Arcillas rojas y margas grises alternantes = 4 metros.

Las hiladas 1 y 2 se manifiestan más al descubierto que en San Agustín en las cercanías de Villarrín de Campos. A causa de la denudación, las arcillas rojas y margas grises disminuyeron sucesivamente de espesor hasta desaparecer por completo antes de llegar á Villafáfila, sustentada, lo mismo que Villarrín de Campos y Villalba de la Lampreana, sobre las arcillas salitrosas, cuyo espesor también disminuye sucesivamente de tal modo, que en el último de esos pueblos apenas llega á dos metros. Sólo, pues, en las cumbres de los oteros, y no siempre, es donde, ciñéndonos á la cuenca del Salado, pueden encontrarse las hiladas superiores á las impregnadas del nitrato potásico, y sólo las fuentecillas que brotan en aquéllas ó los pozos por las mismas alimentados son los que en esa región suministran aguas dulces, que pasan á ser salobres en el momento en que á los pozos se da una profundidad de más de cuatro metros.

Las arcillas impregnadas de salitre son muy compactas, por lo regular de color pardo rojizo, y en espacios bastante considerables se hallan completamente al descubierto, llenándose durante el verano de eflorescencias de la sal que contienen.

En Manganeses de la Lampreana, al O. de Villalba, los arroyos han puesto al descubierto las arcillas blancas y amarillentas inferiores, y desde ese punto hasta Riego del Camino, junto al cual se ven debajo de las mismas arcillas los conglomerados cuarzosos, puede apreciarse la superposición á las primeras de otras arcillas rojas y compactas, algunas salitrosas, las cuales no son idénticas á las que pasan por Villarrín y Villalba, pues sus lechos nitrosos están comprendidos entre arcillas rojas y tienden á desaparecer, y acaso no sea otra cosa que el modo de relacionarse la división arcillosa de las márgenes del Salado con la arcillo-sabuloso-margosa de la zona más inmediata al Esla. Las mismas arcillas blancas y amarillentas de las vaguadas de los arroyos del término de Manganeses contienen cantos menudos de cuarzo blanco, que parecen indicar aquel tránsito.

Cotanes se levanta sobre unas arcillas margosas y amarillentas, y bajando desde él á Quintanilla del Monte, que se halla á 18 metros de desnivel, se ve que dichas arcillas miden tres metros de espesor y se apoyan sobre una altura de 25 metros de arcillas salitrosas pardo-rojizas, sustentadas por las molasas del tramo inferior, que forman el fondo del vallejo de denudación que media entre esos dos pueblos, y se descubren hasta un punto muy próximo á Quintanilla, donde aparecen ya las arcillas salitrosas de Cotanes. Estas continúan aumentando su espesor en el ascenso á Villamayor del Campo, abriéndose en ellas el cauce del Valderaduey; y pasado este río se observa la superposición á las mismas arcillas salitrosas, que miden unos 30 metros de grueso de otras margosas, amarillentas, sin nitro, con el grueso de tres, idénticas á las de Cotanes, á las cuales, conforme se va ascendiendo, cubre más adelante, al O. de Castroverde, una alternación de arcillas pardas y grises en espesor de otros tres metros, que va aumentando hasta 10 en los alrededores de Villanueva del Campo. El Teso de San Vicente, que se alza 357 metros sobre el nivel del mar, y unos 70 á contar desde esa alternación de arcillas pardas y grises, está constituido por otra alternación de calizas arcillosas blancas y de arcillas amarillentas, algo silíceas, en capas delgadas, sucediéndose en orden ascendente sobre las molasas del tramo inferior, del siguiente modo:

1.—Arcillas salitrosas pardo-rojizas = 30 metros.

2.—Arcillas margosas amarillentas = 5 metros.

3.—Arcillas pardas, alternantes con otras grises = 10 metros.

4.—Calizas arcillosas blancas, alternantes con arcillas silíceas amarillentas = 60 á 70 metros.

Estas diferentes hiladas no se extienden por todos lados, porque, aparte de otras modificaciones, las corrientes de agua han derrubiado las superiores que, por consiguiente, se presentan ó no en puntos poco distantes unos de otros; y así, hallándose edificadas sobre las arcillas salitrosas los pueblos de Quintanilla y Villamayor, sin salir de sus respectivos términos se ven en distintos parajes las arcillas margosas amarillentas ó las de la hilada que sigue hacia arriba, no

apareciendo en la región de que hablamos en ningún otro punto, fuera del citado tesoro, las calizas y arcillas que coronan su cumbre.

Los pozos poco profundos y los manantiales que brotan en el suelo de esa comarca dan un agua muy salobre, y así es que para los usos domésticos hay que aprovechar la de los arroyos de cauce poco profundo, que serpentean por las arcillas superiores á las nitrosas, ó las de las charcas que las lluvias forman en ellas, las cuales, secándose en los estios secos, son un manantial de enfermedades. Para eludir el empleo de tales aguas, los habitantes de Cotanes y de Villamayor de Campos profundizan sus pozos hasta atravesar las molasas de la división inferior y tropezar con las arcillas azules que, por fortuna, se interponen ahí en la masa sabulosa. La profundidad que para conseguir ese objeto tienen que dar á dichos pozos, varía entre 25 y 55 metros.

Un poco más al S. de la zona acabada de considerar, la planicie del suelo en los términos de Villalpando y Tapioles sólo permite apreciar unas arcillas amarillentas y rojas, algo silíceas, que no es fácil precisar si corresponden á la hilada de las salitrosas ó á la superior á éstas, pues si bien la circunstancia de que los pozos dan agua salobre, cuando su profundidad no pasa de ciertos límites, justificaría la segunda de esas hipótesis, bien podría suceder que la sal procediera de la faja salitrosa que se extiende más al N., ó de la que por O. forma la pequeña cuenca del Salado, y que las citadas arcillas correspondiesen precisamente al nivel de dicha hilada nitrosa, como, sin duda, corresponden las arcillas abigarradas que en otros se superponen inmediatamente á las rocas del tramo inferior.

Siguiendo la carretera de Zamora á Villalpando, pasado el diluvial que rodea á Cañizo, junto al Palacio de los Condes, se superponen las molasas á las gonfolitas de la división inferior, es decir, se muestran las mismas rocas sabulosas que sirven de base á las arcillas salitrosas que se extienden por Villalba, Villarrín y Villafáfila; y antes de llegar á Castronuevo se observa la superposición á las mismas molasas de un depósito arcilloso, con seis metros, de una coloración abigarrada, en la cual dominan los tonos rojos y un espec-

to porfídico como el de las rocas arcillosas del Castillo de Baltanás (Palencia). No contiene nitro; en él están abiertos los lagares y bodegas de Castronuevo, Aspariegos y otros pueblecillos, y continúa hasta las cercanías de Monfarracinos, al SO. de Molacillos, llevando encima constantemente, con un espesor que varía entre dos metros (al O. de Benejiles) y uno (Castronuevo), unas margas blanquecinas, que á su vez dan apoyo en algunas localidades á calizas arcillosas ó á otros depósitos sabulosos. El espesor de esas calizas, que faltan en Castronuevo y Aspariegos, es de un metro al O. de Benejiles.

El nivel margoso superpuesto al de las arcillas persiste en la región que vierte directamente al Duero; pero el de las arcillas, que en aquella zona dejan de ser salitrosas, resulta de composición más compleja. He aquí, por ejemplo, la constitución del suelo en las inmediaciones de Gallegos del Pan, según la acusan los barrancos que afluyen al arroyo Coreses:

- 1.—Arenas y arcillas alternantes.
- 2.—Arcillas silíceas, amarillentas = 0<sup>m</sup>,50.
- 3.—Arenisca arcillosa = 2 metros.
- 4.—Arcillas = 2 metros.
- 5.—Margas = 1 metro.
- 6.—Arenas sueltas = 1 metro.
- 7.—Margas = 1 metro.
- 8.—Arenisca = 1<sup>m</sup>,50.

En puntos muy próximos no persiste idéntica esa misma composición, pues mientras que las dos vertientes del citado arroyo Coreses, desde su origen hasta un quilómetro al N. de Algodre, sólo ofrecen arcillas, ya compactas y duras, ya desmoronadizas, sin la interposición de las areniscas, en las cercanías de Villalube puede apreciarse esta otra:

- 1.—Arcillas silíceas amarillas = 0<sup>m</sup>,50?
- 2.—Arenisca arcillosa = 1<sup>m</sup>,50.
- 3.—Arcillas compactas = 1<sup>m</sup>,50.
- 4.—Arenisca arcillosa = 1<sup>m</sup>,50.

5.—Arcillas compactas = 1<sup>m</sup>,50.

6.—Margas = 2 metros.

Análoga composición á esta última presenta el sistema en la división entre los arroyos Adalias y Tiedra, sin más diferencia que adquirir mayor espesor las margas superiores, pues á L. de Fuentes Secas llegan hasta 15 metros, siendo en muchos parajes tan calcáreas, que pasan á calizas arcillosas. Así sucede en Villalonso, donde contienen muchos moldes de fósiles de los géneros de moluscos antes mencionados, y casi deben también equiparárselas las que en Pinilla de Toro constituyen, con las arcillas y areniscas en que descansan, el yacimiento de que se han extraído fragmentos de mastodontes y rinocerontes. En algunos parajes del mismo Pinilla y en Vezdemarbán, se intercalan en esas rocas unos lechos delgados de arcillas amarillentas, y el espesor que en ese espacio adquieren las margas ó calizas arcillosas, y la circunstancia de que el suelo es en él muy poco quebrado, son causa de que en absoluto falten fuentes y arroyos perennes en los términos de Abezames, Pozoantiguo, Villardon-diego, Villamendimio y Villalonso, cuyos vecinos tienen que recoger las aguas de lluvia en grandes charcas.

*Manchón de Montamarta.*—De sólo 70 quilómetros cuadrados de superficie, hállase separado del de Villafáfila por los depósitos diluviales que desde la ribera derecha del Salado, en la porción más baja de su curso, se extienden por Moreruela de los Infanzones á Piedrahita de Castro y Pajares de la Lampreana, cuyos depósitos lo limitan por L., mientras que por P. se apoya en las rocas cambrianas y silurianas de la margen izquierda del Esla y el Monte Concejo, ocultándose por el S. bajo las hiladas del tramo superior. Su mayor ancho se mide en el paralelo de Montamarta, pero extendiéndose á L. de ese pueblo mucho más que por P.; por el N. termina en punta aguda junto á Fontanillas, y por el S. en otro apéndice triangular en las inmediaciones de Andavías. Su composición es bastante constante y puede representarse como sigue, si á las hiladas inferiores que se ven en Montamarta se agregan las superiores que, cubiertas por las arcosas y calizas de la división superior,

se ofrecen con todo su desarrollo por bajo de Roales, al SE. de Andavías:

- 1.—Conglomerado cuarzoso = 8 metros.
- 2.—Arcillas rojas en capas gruesas = 5 metros.
- 3.—Arcillas rojas alternantes con margas grises = 40 metros.

El conglomerado, que forma la base de la formación, está constituido por cantos rodados de cuarzo de muy diverso tamaño, cimentados por una marga arcillosa, abigarrada, en cuyas coloraciones predominan la blanca y amarillo-rojiza; aparece en la superficie hacia el medio del manchón, al S. de Montamarta, en el centro de un vallejo que la denudación abrió, donde se sobreponen las arcillas las cuales, derrubias en unos puntos más que en otros, en ninguna parte presentan el espesor que alcanzan por bajo de Roales. En ellas se intercalan lentejones de una magnesita bastante impura.

*Manchón de Sanzoles.*—Con 102 kilómetros cuadrados de extensión superficial hállase comprendido este manchón entre el Guareña y el arroyo Aribayos, rodeado por el diluvial casi completamente, pues sólo por el S. hay un pequeño espacio al N. de Gema, donde aparecen las molasas y gonfolitas del tramo inferior. Su composición es semejante á la que se ve entre los valles del Coreses y Adalias; pero ofrecen mayor desarrollo las areniscas y arcillas, hallándose limitadas las margas, siempre muy calcáreas y por lo regular blancas, á los puntos de mayor altitud, como son el Teso del Cuélgalo, al S. de Bamba; el del Aviso, al O. de este mismo pueblo; los cerros de Las Contiencias, de Canta el Gallo, entre Madridanos y Valefinjas, y el que se halla al SE. de este último pueblo. Esas rocas faltan por completo en los puntos más bajos.

Con ligera inclinación hacia el Duero, en el cerro en que se levanta Sanzoles, se presentan en orden ascendente las siguientes hiladas:

- 1.—Arcillas grises muy duras.
- 2.—Arenas ocráceas = 0<sup>m</sup>,50.
- 3.—Arcilla dura, arriñonada, pardo-rojiza = 0<sup>m</sup>,75.

4.—Arcilla silicea, muy plástica, alternante con fajitas estrechas de arenas sueltas blancas y amarillas = 2<sup>m</sup>,50.

5.—Arcilla silicea muy plástica = 2<sup>m</sup>,50.

6.—Arenisca algo arcillosa de grano fino = 5<sup>m</sup>,70.

En el mismo término de Sanzoles, por la dehesa de Valdemimbre, sobre el tramo inferior yacen las hiladas del medio con el orden siguiente:

1.—Arcillas plásticas = más de 6 metros.

2.—Areniscas = 2 metros.

3.—Arcillas sabulosas fosilíferas = 5 metros.

4.—Areniscas = 2 metros.

5.—Arcillas sabulosas fosilíferas = 4 metros.

A estas últimas se sobreponen 4 metros de mantos diluviales cubiertos por 1<sup>m</sup>,50 de tierra vegetal.

Análoga composición se observa en los cerros de Las Contiencias y de Canta el Gallo que median entre el Duero y su afluente el Talandá.

*Manchón de Fuente-Sauco.*—Unese con el anterior por bajo del diluvial de las dehesas de Valdemimbre y de Peñalba, que le rodean por el N., é igualmente desaparece por L. bajo los sedimentos cuaternarios, mientras que por O. le cubren las rocas del tramo superior, excepto en el espacio comprendido entre el tesó llamado Cabeza del Pego y el Molino de la Quintera, donde se descubren los estratos de la división inferior.

Se extiende en una faja ondulada de cuatro kilómetros de ancho, la cual empieza al NE. de Benialbo y penetra en Salamanca al SO. de Villaescusa; mide, en territorio zamorano, una extensión superficial de 106 kilómetros cuadrados; pero el escaso relieve de su suelo, y lo muy cultivado que éste se halla, son causa de que sea muy difícil apreciar su composición geognóstica. Sólo puede decirse que en su porción septentrional predominan las margas y arcillas, mientras que en los alrededores de Fuente-Sauco son las rocas dominantes las areniscas y arenas con algunos lechos muy delgados de marga interpuestos.



*Manchón de Vallesa y Cañizal.*—Desde Vallesa, en los confines de Salamanca, se extiende en forma triangular, por Cañizal y El Olmo, un manchón que termina en punta al S. de Castrillo, después de cubrir una superficie de 55 kilómetros cuadrados en la divisoria de los ríos Poveda y Guareña.

Vallesa y Cañizal están situados cada cual en un vallejo, separados por una loma, en cuyas opuestas laderas, sobre las gonfolitas y molasas del tramo medio, se extienden las siguientes hiladas:

1.—Arcillas muy consistentes, pardo-rojizas, acompañadas de lechos de margas blanquecinas = 15 metros.

2.—Arenisca blanca micáfera = 8 metros.

3.—Arcilla roja = 0<sup>m</sup>,75.

4.—Arenisca califera muy deleznable = 2 metros.

5.—Arcilla roja = 2<sup>m</sup>,50.

6.—Arenisca de grano muy fino, blanca y roja, con lechos interpuestos de margas cenicientas = 15 metros.

7.—Arenas amarillas = 2 metros.

A estas últimas se sobrepone un manto de tierra vegetal de 1<sup>m</sup>,50.

#### TRAMO SUPERIOR

Inmediatamente sobrepuesto en varios sitios á las calizas arcillosas ó margas de la parte superior del tramo medio, ó sobre las arcillas cuando esas faltan; apoyado en otros en las rocas de la base del mismo terreno, y aun en algún trecho sobre formaciones de otros más antiguos, sigue en orden cronológico el tramo superior, constituido principalmente por un depósito detrítico bastante grueso, el cual suele sustentar unas margas y éstas una caliza compacto-cavernosa, con la interposición en algún punto de una brecha calcárea de un aspecto muy especial. Sólo las calizas contienen restos orgánicos, representados por unos vaciados de conchas lacustres específicamente indeterminables.

El depósito detrítico, que en las inmediaciones de la capital mide

60 metros de grueso, pero que se reduce mucho en otros parajes, está formado por unas arcosas de grano variable, que á veces pasan en la base á un conglomerado de cantos bastante voluminosos, en ocasiones casi sueltos. También varía mucho su coloración, si bien en general es rojiza, y su masa se subdivide en bancos de bastante espesor, en los cuales la estratificación sería poco apreciable si de trecho en trecho no apareciesen intercalados diferentes lechos de arcilla, con frecuencia algo sabulosa y consistente, ó unos lentejones de arenisca muy fina y roja, en cuyo interior van encerrados otros núcleos de arenisca blanco amarillenta. Más frecuentes, aunque no en todas partes se presentan, son otros lentejones y lechos que entre las arcosas están dispuestos con suma irregularidad, y en los cuales, conservándose los elementos esenciales, cuarzosos y feldespáticos de la roca, ó á lo sumo aumentando á sus expensas la cantidad del cemento, toma éste el carácter de una verdadera porcelanita, atestiguando una acción metamórfica que á su inmediación acusan también los lechos de arcilla que en parte pasan á termántida y á veces á porcelanita.

Con referencia á la misma roca, que abunda en la inmediata provincia de Salamanca, en idénticas condiciones y á igual nivel, el señor Gil <sup>(1)</sup> supone que es debida su compacidad, textura y brillo á la acción en un horizonte limitado, de aguas alcalinas y calientes, para efectuar por cambios moleculares ó por reacciones químicas la transformación de los sedimentos; acción á que pudieron contribuir corrientes eléctricas desarrolladas por el paso de tales aguas á través de las capas.

El Sr. Puig se muestra conforme con esta explicación, admitiendo de paso que ese metaformismo no debió haberse producido por el contacto de rocas hipogénicas, pues la masa granítica de Sayago, que es la más próxima, es de edad muy anterior á la terciaria.

Estos lechos y lentejones de arcosas con cemento de porcelanita no aparecen generalmente con sus contornos completamente recortados,

(1) *Descr. fís., geol. y min. de la prov. de Salamanca*, pág. 493.

presentando en toda la masa y en toda su integridad los efectos de la transformación dicha, sino que, por el contrario, es muy frecuente que la arcosa metamórfica pase por grados insensibles á la primitiva.

La división superior terciaria de Zamora sólo cubre una superficie de 302 kilómetros cuadrados, repartidos en cinco manchas, de las cuales penetran dos en la provincia de Valladolid y una en la de Salamanca.

*Manchón de Zamora.*—La mayor de las manchas constituidas por este tramo forma alrededor de la capital una faja alineada de N. á S. cuatro veces más larga que ancha, la cual mide una superficie de 180 kilómetros cuadrados. Se apoya por el N. sobre el tramo medio del manchón de Montamarta; se oculta en parte por ese mismo rumbo bajo el diluvial de la vertiente derecha del Salado y los aluviones de este río, mientras que por el E. soporta los aluviones del Valderaduey y los depósitos diluviales de la Tierra del Vino, y se apoya sobre el tramo inferior en todo su lado meridional, y sucesivamente en el granito del manchón de Sayago, en depósitos estrato-cristalinos, cambrianos y silurianos por su lado occidental. El Duero lo atraviesa de E.NE. á O.SO., dividiéndolo en dos partes casi iguales.

En la más septentrional de esas dos porciones presenta el sistema un espesor mucho mayor que en la meridional, sin duda porque la acción derrubial actuó de preferencia en esta última, y de la disposición de los elementos que allí entran á componerlo da buena idea un corte que se trazara desde la Venta del Toral, 500 metros al O. de la carretera de Orense hasta Zamora. En las inmediaciones de la venta se apoyan sobre las margas y arcillas del tramo medio unas arcosas de grano grueso en bancos de gran espesor, con lechos intercalados de arcillas muy consistentes, los cuales permiten apreciar que los estratos buzan ligeramente hacia el Duero. El espesor de estas arcosas, que tanto en ese sentido como en el horizontal sufre varias modificaciones en su coloración y en el tamaño de sus elementos, va aumentado á medida que se consideran puntos más próximos

al río, de tal modo que en las Peñas de Santa Marta, inmediatas á Zamora, mide más de 60 metros, y allí es donde más se repiten los curiosos lentejones y lechos con cemento de porcelanita.

Sobre ese depósito se apoyan, á L. de Cubillos, unas margas muy calcáreas que miden cinco metros de espesor, y sobre ellas descansan concordantes unas calizas blanquecinas y cavernosas de 8 á 10 metros de grueso, en las cuales están abiertas las canteras que surten de piedra á la capital y pueblos comarcanos.

Análoga composición acusan los tesos que rodean á Cubillos; pero el espesor de las calizas superiores es menor en los más próximos al límite occidental del manchón ó de los terrenos antiguos. Al S. del Duero no se hallan las margas y calizas que al N. terminan el sistema, y las arcosas tienen mucho menos espesor. He aquí, como ejemplo, la sucesión de las hiladas de las canteras abiertas á la orilla izquierda del río, 600 metros aguas arriba del Puente de Zamora:

- 1.—Arcosas de grano fino y de color claro = 5 metros.
- 2.—Arcilla compacta en lajitas muy resquebrajadas = 0<sup>m</sup>,75.
- 3.—Arcosas de grano grueso, abigarradas = 1<sup>m</sup>,50.

Las arcosas inferiores encierran lentejones de arenisca fina y color rojo, y se apoyan sobre arcillas pardo-rojizas, alternantes con areniscas y margas del tramo medio.

En los términos de Tardobispo, Perdigón y San Marcial, sólo se encuentran arcosas abigarradas con lechos arcillosos intercalados, y que á medida que se consideran puntos más próximos á los bordes de la cuenca pasan á termántida y porcelanita, y los granos de las arcosas aumentan de tamaño, hasta convertirse en un conglomerado, en el cual se ven algunos cantos de granito, cuya circunstancia no se nota en ningún punto de la parte del manchón que se extiende al N. del Duero. Algunas de las capas de ese conglomerado, señaladamente las más inferiores, ofrecen sus componentes tan poco trabados entre sí, que, á observarlos aisladamente, pudieran tomarse por aluviones recientes.

A la mitad del camino de San Marcial á La Tuda puede observarse

la sobreposición discordante de las arcosas, que ahí son de grano medio y buzan ligeramente al N., sobre las rocas estrato-cristalinas, que inclinan de 50 á 60° al NE.

*Manchón de Cerecinos.*—A muy corta distancia al NE. del precedente, y sólo separado del mismo por el diluvial y los aluviones de la margen derecha del Salado, aparece un isleo terciario que en forma de corazón, cuyo vértice mira al S., mide 40 kilómetros cuadrados de extensión. Los depósitos que lo constituyen son prolongación de los del manchón de Zamora, sin más diferencia que entre las margas y calizas superiores á las arcosas se interpone una brecha caliza de color rojizo, cuyos elementos se asemejan á las calizas de los lentejones devonianos del partido de Alcañices. No en todo el isleo se presenta la serie completa, porque la denudación ha destruido las capas superiores en algunos sitios, tales como al O. de Cerecinos.

En el término de este pueblo se recogió hace tiempo una mandíbula de un *Rhynoceros* que Prado clasificó de *R. leptorhinus*, Cuv.

*Iseos de Vezdemarbán y del SE. de Villalonso.*—De cinco y dos kilómetros cuadrados de superficie, respectivamente, no son sino la terminación en la provincia de Zamora de otros manchones que en la de Valladolid se extienden con mayor desarrollo. Se componen de calizas blancas, compacto-cavernosas y fosilíferas, apoyadas en unas margas cenicientas.

*Manchón del Piñero.*—Forma una faja ondeada, dirigida de NO. á SE., intercalada entre los depósitos del tramo inferior del manchón de Santa Clara de Avedillo, y los del tramo medio del isleo de Benialbo y Fuente-Sauco. Su extensión superficial es de 44 kilómetros cuadrados, y su composición bastante análoga á la del manchón de Zamora en su parte septentrional, ofreciendo en la base arcosas de diverso grano, á las que siguen unas calizas arcillosas con lechos de arcillas, terminando la serie con otras calizas compacto-cavernosas.

*Manchón al O. de Fuente-Sauco.*—En contacto con los mismos isleos que el precedente, y dirigido en sentido perpendicular á ese,

penetra de la provincia de Salamanca, ocupando en la de Zamora una superficie de 50 kilómetros cuadrados. Su composición es la misma que la del manchón de Piñero; pero faltan las calizas superiores, y á las arcillosas reemplazan unas margas algo silíceas.

### Salamanca.

De igual modo que el Sr. Puig en la de Zamora, el Sr. Gil Maestre considera para el terciario de la provincia de Salamanca tres edades terciarias, y de los 2200 kilómetros que mide de éstas, atribuye 1250 al eoceno, 940 al proiceno y sólo 50 al mioceno, incluyendo en el primero los bancos de conglomerados y areniscas, en el segundo las arcillas y margas, y en el tercero las calizas. Aunque en el Mapa general se hayan refundido los tres en el mioceno, para los datos locales respetaremos el orden con que los expone el Sr. Gil, no sin repetir que una parte de su eoceno será fácil se traslade al oligoceno cuando se haya explorado el país más detenidamente <sup>(1)</sup>.

Las tres edades reunidas no suman en esta provincia más de 126 metros de espesor. El mayor de la primera, que suma unos 100 metros, se observa en el cerro de la fuente medicinal de Babilafuente, sobre la vega de Huerta, á orillas del Tormes. En la bajada á este río desde la capital se reduce á 52; en Ciudad-Rodrigo, sobre los aluviones del Águeda, sólo se miden 40, y se cuentan de 60 á 70 en la mesa del Carpio y el Arapil Grande, que se elevan respectivamente sobre el pueblo de Arapiles y la aldea de Palomares. Según el Sr. Gil, el segundo tramo se reduce de 18 á 20 metros de grueso, y el tercero no pasa de cuatro á seis.

La pendiente media del suelo terciario no llega al 0,5 por 100, según una línea orientada al E. 18° N., y las capas yacen casi por todas partes horizontales, por más que se levanten un poco en los bor-

(1) *Descr. fis., geol. y min. de la prov. de Salamanca*, pág. 184.

des de la cuenca, y que en algunos puntos, como en la cantera de Cordobilla y en Ciudad-Rodrigo, ofrezcan ligeros buzamientos al S.SE. y S.SO.

#### TRAMO INFERIOR

Este tramo se observa claramente en la capital. La Peña Celestina, que mira al río Tormes, en un extremo de la ciudad de Salamanca, presenta una sucesión de las capas de arcosa que sólo difieren en el color, debido á variables cantidades de óxido de hierro y manganeso. Están constituidas por granos de cuarzo de grano mediano, cimentados por una arcilla feldespática, y con pequeñísimas chispas de mica.

El corte tiene sobre el piso una altura de 21 metros próximamente, y los bancos, sensiblemente horizontales, se suceden de abajo arriba en el orden siguiente, por colores: amarillento rojizo, blanquecino amarillento, amarillento rojizo claro, idem algo morado y rojizo y blanquecino.

Continúan á P. las dos zonas blanquecina y rojiza al pie de la muralla que limita el solar del convento de San Vicente y á L. de la misma Peña por la Huerta de San Jerónimo, á la derecha del Tormes, hacia la Aldehuela, hasta la carretera antigua de Madrid. A la izquierda del río se las ve en el Matadero y en el Pozo de la Nieve, volviendo á aparecer á los dos y medio kilómetros en una loma, á la derecha de la carretera de Béjar, junto á la caseta de peones camineros.

Tienen intercaladas vetas de arcilla dura, y á veces los granos de cuarzo que entran en su composición son bastante gruesos para pasar á conglomerados. Debajo de las arcosas yacen en la Huerta de San Jerónimo otras amarillentas, rojizas y moradas, con guijos gruesos de cuarzo. Más á L. se presentan sobre la capa blanca lentejones de porcelanita de textura compacta, astillosa ó algo concoidea la fractura, de superficie ligeramente brillante muy lisa; su color varía desde el blanco hasta el rojo oscuro, pasando por el amarillento,

rosado y heces de vino en manchas ó fajas. Con frecuencia se observan tránsitos de la arcosa primitiva á esta roca metamorfoseada de idéntica composición; y en contacto con la arcosa no alterada se ve una estrecha fajita, que sigue todos sus contornos, de color gris perla ó blanco amarillento.

Frente á este sitio y en la opuesta orilla del río, asoman también las mismas capas con todos sus tránsitos y vetas de porcelanita.

Vuelven á encontrarse las arcosas á P. de la ciudad, en el barranco de los Olleros, donde yacen sobre las pizarras silurianas y están cubiertas por un manto de arcillas arenosas con guijos de cuarzo.

En la escarpa que hay sobre el río, desde el paseo de San Vicente é inferiormente á la última hilada de bancos de la Celestina, ofrécese á la vista los siguientes estratos: una arenisca rojiza, poco consistente, blanda y deleznable, de elementos arcillosos y guijos de cuarzo; después otra de arcillas algo arenosas, blancas ó con manchas amarillentas y algunas chispas de mica; y debajo una arenisca micácea, blanca, ligeramente amarillenta, apoyada sobre un conglomerado que está casi al nivel del Tormes, idéntico al de la Peña del Hierro y que pasa á la orilla izquierda del río.

Siguiendo la derecha del Tormes hacia P., cerca de la bajada de San Vicente, se encuentra la Peña del Hierro, que tiene 50 metros de largo por 10 de ancho, formada por un banco de pudinga de cantos rodados de cuarcita teñida por el hierro, de diverso volumen, unidos por un cemento silíceo-arcilloso muy ferruginoso, el cual da á la masa un color pardo oscuro. Este banco presenta ligero buzamiento meridional, y descansa, por el intermedio de una arcilla ferruginosa, sobre la pizarra arcillosa siluriana, amarillenta y rojiza, muy deleznable y ocrácea.

El conglomerado no pasa del inmediato arroyo de los Olleros; pero vuelve á encontrarse otro asomo en la subida del mismo regato á la ciudad.

El ligero buzamiento que tienen las arcosas y el conglomerado, el descansar sobre pizarras silurianas inclinadas próximamente en el mismo sentido, y la naturaleza y tamaño de los elementos de la pu-

dinga, inducen á considerar esta parte del terciario como formado en el borde de uno de los lagos que en aquella época ocupaban el suelo de las Castillas, en punto á donde aflúan corrientes cuyos arrastres dieron origen, cerca de la orilla, al conglomerado, que, como las demás capas, debió elevarse un poco por el borde inmediato á la costa, adaptándose á las quiebras y asperezas de ésta.

Los cerros de los Arapiles están formados por bancos de conglomerado y arcosa gris de grano grueso, alternando con otros de arenisca fajeada de rojo y blanco, y con otra fina ligeramente amarillenta ó gris clara muy arcillosa y micáfera.

En la mesa del Carpio, sobre las pizarras silurianas, yacen los conglomerados, formados por guijo poco redondeado de cuarzo y cuarcita de varios colores, cuyo tamaño varía desde el de un grano de trigo hasta el de una nuez, cimentados por una pasta silíceo-arcillosa ó feldespática. Las mismas rocas forman el cerro cónico del Castillo del Carpio.

Entre los kilómetros 17 y 18 de la carretera de Béjar á Salamanca, en la venta del Recreo ó de las Cuatro Calzadas, se extienden los conglomerados ó arcosas de elementos desiguales, con algunos guijos del tamaño de una nuez, arenas, arcillas y arcosas de grano mediano.

En un desmonte próximo á la venta, las arcosas amarillentas de gruesos guijos de cuarzo, y las de grano mediano en bancos horizontales, están separadas por lechos de arcilla azulada. Alrededor de Morille hay canteras de una arcosa de grano mediano, de la que se fabrican piedras de molino, que son blancas con un leve matiz amarillento.

Entre Vecinos y Matilla de los Caños aparecen las areniscas terciarias en el cauce del arroyo de Matilla, y á unos 100 metros del caserío de Pajuelas, los cerros de la derecha de este arroyo son de arcillas sabulosas rojas, sobre las que quedan restos de un manchón cuaternario.

En Matilla de los Caños la formación se compone de arenisca de grano fino, blanda, algo micácea, blanquecina ó amarillenta, llamada

en toda la provincia *pedra fregadera* ó *pedra franca*; y más adelante, á derecha é izquierda de la calzada de la Sierra, se sobreponen á ellas las arcosas y los conglomerados cuarzosos de cemento feldespático ó silíceo-arcilloso, y un lecho de arcilla untuosa, algo endurecida, de color gris azulado ó rojizo, que se oculta bajo un manto de acarreo.

A P. de Tejadillo de Huebra, y á los lados de la carretera de Salamanca á Ciudad-Rodrigo, las arcosas y conglomerados siguen hasta San Muñoz y alternan con areniscas de grano muy fino en la alquería de Buenabarba, prolongándose por parte de los términos de Cabeza de Diego Gómez y Tabera de Abajo, las alquerías de Sago y Garcigrande, Rollán, Golpejas, San Pedro del Valle y Florida de Liébana hasta Santibáñez del Río, donde asoma el siluriano, y sobre ellos descansan, por la parte de L., las arcillas del tramo medio. En las areniscas de Golpejas suelen presentarse dendritas manganosas.

En Santibáñez del Río se explotan canteras de una arenisca, *pedra franca* de los canteros, blanca y sumamente fina, con algunos huecos ó *coqueras* llenos de arcilla encarnada.

Continúan los conglomerados y areniscas por las alquerías de Agustinez y Gallegos de Huebra, y por los términos de Cabrillas, Abusejo, Martín del Río, Retortillo, Boada é intermedios, estando como las capas de la misma clase de Tabera, Golpejas, etc., en contacto ó cubiertas á trozos por las arcillas. El conglomerado en Retortillo es blanquecino y de grano mediano ó grueso, de composición análoga á los de Salamanca y Morille, es decir, cuarzoso, de cemento arcilloso ó feldespático, viéndose á descubierto en los cerros al N. de pueblo. El conglomerado de Abusejo es cuarzoso, de cemento margoso y de color rojo.

Desde el pie de la cresta cuarcitosa de Sepúlveda á Retortillo, un suelo unido y cubierto de sembrados, encinares y pastos, no permite formarse idea de la naturaleza del subsuelo; pero induce á considerarlo como de este tramo terciario el ser arcillo-arenosas las tierras que lo cubren, el presentarse á descubierto las arcosas en Retortillo y las areniscas en Boada y Martín del Río, al NE. del cual se ve con

toda claridad esta formación. Lo mismo se puede decir del terreno que media desde Fuentes de San Esteban á Buenamadre.

A excepción de la capital, todos los pueblos citados están á la izquierda del Tormes, y queda para completar la exposición de datos relativos á esta formación y zona, consignar los correspondientes á las comarcas de la orilla opuesta.

En Villamayor el terreno, fuera de la vega, que es de arcillas poco arenáceas y con pocos cantos de areniscas, se compone de arcosas y conglomerados de grano mediano ó grueso y areniscas de grano fino, con hojuelas de mica blanca y manchas ú oquedades rellenas de arcilla roja ferruginosa. Esta arenisca, vulgarmente *pedra de Villamayor*, de que están hechos la mayor parte de los edificios de Salamanca, es de color blanco ligeramente amarillento, y se descompone ó desagrega bastante, como se observa en las obras, sobre todo en las hiladas inferiores y zócalos. En las canteras abiertas en ese pueblo, alternan las areniscas y los conglomerados de cantos ó guijos pequeños, y en ellas suelen presentarse trozos de cuarzo que llaman *codonos* las gentes del país.

En las canteras de las cuevas de la Moral, á un cuarto de legua de Villamayor, hay dos bancos, uno de grano muy fino y otro no tanto, de la que se sacó piedra para la portada del cementerio de Salamanca y la obra nueva de la Universidad. En el Padro de Panaderos, situado al N. de Salamanca y al E. de Villamayor, se explota una cantera de piedra parecida en color y grano á la anterior, pero muy porosa.

Estas rocas siguen por Zorita, Valverdón y Almenara hasta pasado el quilómetro 20 de la carretera de Ledesma, donde empiezan á verse las capas cristalinas.

Entre Palacios del Arzobispo y Zamayón, ambos sobre granito, el terciario, que empieza á los cuatro quilómetros del primero, hace una entrada, y está representado por arcosas blanquecinas de grano mediano que vuelven á verse entre Zamayón y Valdelosa en un cerro, y continúan hasta el último pueblo, en cuyo término hay otra cantera de arenisca fina junto al camino de la Rodera de Barrero. Las

mismas capas siguen por el S. hasta el Arco, aunque cubiertas por un suelo arcillo-arenoso con poco guijo, producto de su descomposición, que en contados puntos las deja asomar; y aparecen también en las lomas que por el N. limitan la vega de Torresmenudas, variando el color del blanco al amarillento y rojizo. A dos quilómetros antes de Castellanos de Villiquera asoma el conglomerado cuarzosos de grano mediano, muy blando, de color rojo y cemento margoso. En el camino desde Forfoleda, sobre todo en la vega del río Cañedo, el conglomerado está cubierto por un delgado manto de tierras rojas margosas, con guijo menudo de cuarzo, y en algunos puntos hay lastrones ó lentejones de una caliza basta y terrosa de color blanco con manchas rojizas (*caliche*).

Las mismas rocas terciarias asoman en Villanueva de Cañedo, y se ven entre Santiz y Mayalde en dos puntos, uno á dos quilómetros del primer pueblo, y otro junto al segundo, hallándose cubiertas en todos los demás por un depósito cuaternario.

Desde Villanueva de Cañedo, pasando por Topas á Aldeanueva de Figueroa, las tierras rojas envuelven trozos de *caliche* ó cal basta, arcillosa y ferruginosa y de aspecto térreo, que salen al labrar las tierras. Aunque en ciertos puntos se presenten cantos de cuarcita en la superficie, el aspecto general es terciario, viéndose alguna cantera de arenisca y descubriéndose el conglomerado cuarzosos en la alquería de Lagunas Rubias, á media legua al NE. del caserío. Las areniscas de Aldeanueva son comunmente de grano grueso; y entre Villaflores y Cantalpino, bajando á la vega de este último pueblo, son rojas, de grano fino, muy arcillosas y blandas, con mica plateada.

Lo mismo son en El Pedroso, y entre este pueblo y Arabayona se han sacado piedras de conglomerado y arenisca de color gris claro y bastante duras. Las areniscas de Arabayona son muy blandas y alternan con conglomerados.

Entre la carretera de Peñaranda y Cordovilla, viniendo de San Vicente, hay otra cantera de arenisca arcillosa, amarillenta, muy fina y micácea, que en unos puntos es muy blanda y pizarrosa, y en otros

toma un color rojizo, con manchas y dendritas oscuras. Los bancos buzan muy ligeramente al S.SE.

El camino desde Babilafuente al Caño del Bosque va por una vega arcillosa, rojiza y amarillenta, en la que de vez en cuando asoman areniscas rojas blandas; y en uno de los cerros que se encuentran á la parte N. del pueblo se presentan de abajo arriba las siguientes capas: una arenisca fina con chispitas de mica; una de arcilla endurecida, también micáfera; tres de arenisca de grano fino y color blanquecino y rojo; una de arenisca de grano fino, algo arcillosa y calífera, y otra de arenisca de grano grueso ó conglomerado menudo, de cemento margoso, entre arcillas y arenas con cantos pequeños de cuarcita y trozos de caliza hasta ó *caliche*.

Asoma la arenisca roja y amarillenta en Huerta y en Encinas de Abajo, á la margen derecha del Tormes, continuando en unión con las arcosas por toda esta orilla hasta la capital. De areniscas amarillentas brota el agua de la fuente de las Cadenas, al N. de Cabrerizos; por la margen izquierda del río vuelven á descubrirse las areniscas y arcosas entre Santa Marta y el puente de Salamanca, cubiertas á veces por un corto espesor de arcilla con guijos de cuarzo; y continúan por Carbajosa de la Sagrada, Pelabravo, Calvarasa de Arriba, etc., hasta tocar en Tejares las pizarras silurianas.

Las rocas que constituyen el manchón de Ciudad-Rodrigo, son conglomerados cuarzosos, areniscas, arcillas y margas duras, análogas á las descritas. El teso sobre que está fundada la ciudad se compone de una capa de uno á dos metros de espesor de arenisca fina micácea, amarillenta, que descansa sobre un conglomerado cuarzoso de cemento arcilloso calizo, con algún trocito de pizarra y de color amarillento rojizo, en bancos ligeramente inclinados al S.SO.

Las arcillas duras y quebradizas, grises ó pardas, yacen sobre los conglomerados y areniscas, ó alternan con ellos por ambas orillas del Águeda, hacia Saelices, La Caridad, el caserío de Pascual Harina y Casa-Blanca, cubiertas frecuentemente por un pequeño manto arenoso.

#### Tramo medio.

En este tramo, esencialmente arcilloso, son muy frecuentes los nódulos y lastrones de una caliza arcillosa y arenosa, blanquecina ó con tinte rojizo, que suelen aparecer en la superficie envueltos en la tierra vegetal ú ocupar puntos bajos ó ligeras depresiones del suelo. Estas calizas, que en muchas localidades llaman *caliche*, son depósitos dejados por aguas que, á favor de un exceso de ácido carbónico, arrastraron en disolución la cal de las margas ó calizas puras; la descomposición del carbonato dió por resultado la caliza, y la mezcla con la arcilla y la arena el *caliche*, y tal vez son más bien diluviales que terciarias.

Las capas de este tramo rodean la capital desde cerca de la Puerta de Santo Tomás á las de Zamora y San Bernardo. El depósito de aguas, situado á L. de la Puerta de Sancti-Spiritus, se excavó en una arcilla roja con muchos granitos de cuarzo, roca muy común en este miembro terciario.

De un pozo abierto en el jardín del Colegio de los Verdes se sacó, á 10 metros de profundidad, una arcilla que da algunas indicaciones de sales calizas y magnésicas.

Saliendo de Salamanca por la carretera de Zamora, fuera de la banda pizarrosa siluriana que empieza en el quilómetro 1, no se ven más que arcillas rojas y margas, hasta que hacia Aldeaseca de Armuña se presenta una faja de calizas del tramo superior. Siguen las tierras arcillosas rojas sabulosas y con cantos de cuarzo, en general pequeños, hacia Castellanos de Villiquera, Calzada de Valdunciel y Villanueva de Cañedo, descansando sobre los conglomerados y areniscas; y entre Aldeaseca y Villares de la Reina las arcillas rojas y guijosas ofrecen nódulos ó lastrones de caliza arenosa ó *caliche*; pero ya en el último pueblo se encuentra á descubierto la faja superior.

La comarca de la Armuña, notable por la feracidad de su suelo, está constituida, aparte de los depósitos calizos de Aldeaseca, Car-

bajosa y Calzada de Valdunciel, por arcillas ó gredas y margas blancas y rojas, tomando la tierra vegetal un color muy oscuro, casi negro á veces. Lo llano del suelo, el extenso cultivo de cereales, la falta absoluta de cortes naturales, y la poca importancia de los que existen en la carretera de Zamora, circunscriben necesariamente la observación á una zona muy superficial, por lo que sólo en los bordes puede evidenciarse que este depósito arcilloso descansa, como en el resto de la provincia, sobre las arcosas y areniscas del tramo inferior.

Las arcillas rojas empiezan á verse á uno y otro lado de la carretera á Vitigudino, desde Doñinos de Salamanca hasta cerca de Golpejas, extendiéndose hacia San Pedro del Valle. Desde el kilómetro 8 de la carretera de Salamanca á Ciudad-Rodrigo hasta frente á la aldea de Tejadillo de Huebra, sólo aparecen las arcillas rojas con indicaciones de *caliche*, y pocos cantos de cuarcita en la superficie. Entre San Muñoz y Boadilla hay más cantos sobre el suelo, conservando las arcillas su color rojo y siendo arenosas ó calizas.

Entre Carrascalejo de Huebra y Sanchón de la Sagrada, á un kilómetro próximamente del primero, se encuentra un banco de arcilla amarillenta y algo caliza. En Carrascal del Obispo el terciario está representado por arcillas rojas cubiertas de un manto de arenas y cantos de cuarcita de varios tamaños y poco redondeados.

Las arcillas rojas siguen por la Sagrada, bajándose á la meseta en que está Abusejo por una escarpa ó *gavión* de la derecha del río Huebra, en la cual asoman por bajo de una capa de arenas y cantos de cuarcita, areniscas, conglomerados gruesos y arcillas endurecidas, que se extienden por las alquerías de Gallegos de Huebra y Agustínez y los pueblos de Cabrillas y San Muñoz. En el término de Abusejo, cuyo suelo es arcillo-arenoso con muchos cantos de cuarcita, hay margas y conglomerados cuarzosos de cemento calizo, de color rojo, que se prolongan por la alquería de Buenabarba.

El mismo aspecto tiene el terreno en Sepulcro-Hilario, predomi-

nando las arcillas; pero la mayor parte de la meseta del despoblado del Santo Cristo de la Laguna debe considerarse como cuaternaria, aunque es difícil señalar con precisión la línea divisoria de ambas formaciones.

#### Tramo superior.

Al N. de Calzada de Valdunciel, á la izquierda de la carretera de Salamanca á Zamora, se encuentran unas canteras de caliza abandonadas y rellenas de escombros casi por completo, y en la parte descubierta la roca es compacta en unos puntos y arcillosa en otros, blanca con finísimas dendritas, y bastantes granos de cuarzo. Ofrece muchos moldes de las especies *Planorbis cornu*, Brong.; *P. lævigatus*, Desh., y *Limnea accuminata*, Brong.

En un corte de la carretera, cerca de los Huelmos de Cañedo, se ven capas horizontales de caliza terrosa, basta y blanca, que deben corresponder á la parte superior del depósito en que están abiertas las canteras abandonadas. También se han explotado canteras en Carbajosa de Armuña.

En término de Aldeaseca de Armuña, y entre los kilómetros 7 y 8 de la misma carretera, reaparecen las calizas blancas, bastas y con algunos granos de cuarzo, que hacia la superficie son algo arcillosas, descansando sobre un conglomerado blando y amarillento de cemento margoso. En Villares de la Reina las calizas forman una zona de unos dos kilómetros de ancho, presentándose bajo la tierra vegetal las capas de *caleña*, caliza muy basta é impura por estar mezclada de arena y arcilla ferruginosa, que en algún punto, por las proporciones de la mezcla, es más bien tierra margosa. A la *caleña* sigue la *piedra buena* de cal que descansa sobre las gredas.

En el sitio llamado Las Peñitas, á dos kilómetros al N. de Salamanca, se descubren tres capas de *caleña*, separadas por delgados lechos de greda negra. Las tres suman un espesor de 1<sup>m</sup>,50, siendo la de en medio la más pequeña; después hay otra de 2<sup>m</sup>,50 de espesor, separada también de ellas por una capa de greda negra, y este conjunto descansa sobre un banco de greda suave y oscura.



La caliza del banco de 2<sup>m</sup>,50, que es la destinada á la fabricación de la cal, es blanca, compacta, algo cavernosa y con granos de cuarzo, y en las pequeñas oquedades que ofrece se ven cristales de carbonato cálcico.

### Segovia.

Según el Sr. Cortázar <sup>(1)</sup>, ocupa el mioceno en esta provincia unos 750 kilómetros cuadrados, y está constituido por yacimientos de aguas dulces, conforme acreditan los fósiles que se hallan entre sus capas, casi siempre horizontales. Estas se extienden por el lindero septentrional de la provincia, fuera de un corto trecho al N. de Onrubia, donde quedan de manifiesto elementos geognósticos más antiguos, continúan por casi todo el límite oriental y aparecen además en dos ó tres puntos al O. del país.

Hay dos manchas principales, y la primera de ellas, cuya superficie se acerca á 600 kilómetros cuadrados, comienza en la confluencia de los ríos Cega y Pirón, siguiendo su límite en contacto con el terreno cuaternario por Chañe á buscar la orilla derecha del río Cerquillo, por el cual sigue, frente á Cuéllar hasta Dehesa Mayor, continuando al E. por Frumales y Perosillo, volviendo á Ontalvilla y remontándose hasta Torrecilla del Pinar y Fuentepiñel. Aquí las capas miocenas yacen sobre las cretáceas, y el lindero entre unas y otras se establece con numerosas vueltas en Valles de Fuentidueña, Fuentidueña, Tejares, Torre Adrada, Aldehorno y Onrubia, por más que en la última parte arrastres diluviales oculten el contacto de las otras dos formaciones. Desde Onrubia las rocas terciarias se apoyan en las estrato-cristalinas hasta el límite de la provincia, pasado el cual adquiere gran desarrollo en las de Valladolid y Burgos.

En la cuenca del Riaza se desarrolla la segunda mancha miocena, y su perímetro se señala al E. de las rocas estrato-cristalinas de Onrubia, lindando con la creta del Valdevacas, Villaverde, Montejo de la

(1) *Bol. Mapa geol.*, tomo XVII, pag. 432.

Vega, Linares y Maderuelo, continuando desde aquí por la derecha de los ríos de Riaza y Ayllón, mientras en la izquierda queda el cuaternario, hasta que en Esteban Vela asoma el trias y poco más arriba el siluriano de Santibáñez. El resto del contorno está constituido por los linderos de la provincia.

En el P. de la provincia, por las cercanías de Coca, el mioceno sólo sale á la superficie en una extensión de unas 400 hectáreas; pero en el subsuelo se desarrolla mucho más, según se puede observar en los cortes de los ríos y arroyos desde Moraleja, Santiuste, Bernuy de Coca, Villagonzalo, Ciruelos y Villeguillo por el O., y hasta el río Pirón por el E. La masa diluvial que cubre el país impide que el terciario figure en el Mapa con mayor superficie que la señalada.

Las rocas terciarias se encuentran además entre el cuaternario, junto á la creta de Monterrubio, en una extensión de unas 200 hectáreas.

Los tres tramos del sistema que se han descrito en las dos provincias anteriores se hallan también en la de Segovia, aunque con mucho menor desarrollo en extensión y en espesor.

### Tramo inferior.

Como por todas partes detrítico, se compone de maciños y conglomerados que no pasan, en junto, de 20 metros de espesor. Probablemente por la desaparición de los otros tramos que fueron destruidos, sólo se muestra en las vertientes de la sierra de Ayllón, donde está representado por maciños micíferos que continúan por Francos y Esteban Vela, si bien entre estos dos pueblos asoma el cretáceo en un corto trayecto.

Subiendo hacia Santibáñez de Ayllón, los elementos del maciño son más voluminosos, hasta pasar á una pudinga de cantos poco rodados de cuarzo, cuarcita y caliza, cimentados por una pasta arcillosa rojo-parduzca de la base de la formación, precisamente en el sitio donde se encuentra á mayor altitud, y donde la inclinación de las capas pasa de 10° al E., al apoyarse discordantes sobre las pizarras silurianas.

**Tramo medio.**

Se descubre principalmente á orillas del Riaza y en los valles inmediatos, así como en otras localidades en que se extiende más ampliamente el superior que le oculta.

Se compone de margas, arcillas y gredas de diversos colores, y de yeso que rara vez está cristalizado, pues es más común el terroso y el compacto. Entre las arcillas abundan el pedernal y el semiópalo; y en algunos parajes se intercalan entre éstas y las margas lechos de caliza arcillosa que apenas llegan á medio metro de espesor.

Por regla general, en esta provincia las calizas del tramo superior se extienden por los páramos de las manchas terciarias, viéndose las margas y arcillas del tramo medio en los bancos y colarros, ó laderas de aquéllos, abiertos por las corrientes de las aguas.

Por bajo de las calizas de Chañe y La Dehesa asoman las arcillas de colores claros, á menudo mezcladas con sílice y caliza, constituyendo gredas y margas y conteniendo yeso especular. También entre Montejo de la Sierra y Linares, debajo de las calizas blanquecinas y terrosas, se extienden tres bancos gruesos de yeso, aprovechándose para baldosines los trozos más compactos de grano fino y tabulares, que vienen á ser un alabastrites de color gris claro. Allí mide el mioceno más de 60 metros de espesor, en capas horizontales ó muy poco inclinadas, mientras que las del cretáceo en que descansan tienen buzamientos bien pronunciados.

Entre las margas de la aldea de Escarabajosa, á tres kilómetros al E. de Cuéllar, se incluye una faja de tres metros de espesor de pedernal gris rojizo y compacto, que es un tránsito á los jaspes, pues apenas es transluciente en los bordes. Asimismo, entre las gredas y arcillas de Sacramenia, Laguna de Contreras y Pedrosillo, abunda el pedernal poco transparente, que á veces parece una caliza silicea.

A este tramo pertenecen las manchitas de Coca y de las márgenes de los ríos inmediatos, hallándose representado por margas arcillosas pardas, grises ó azuladas, en capas horizontales de espesor

desconocido, pues ni se ve el tramo de los maciños, ni quedó resto del de las calizas, sin duda arrastradas cuando se constituyó el diluvial, que en toda esta región tapa casi por completo al mioceno.

**Tramo superior.**

Se compone casi exclusivamente de calizas blanquecinas, grises, anteadas ó rojizas, que suelen ser silíceas y cavernosas, en bancos delgados cuyo espesor total varía entre 2 y 50 metros. En ciertos sitios contienen nódulos silíceos, y entonces son arcillosas y magnesianas, lo que parece indicar que estuvieron sometidas á ciertas acciones metamórficas.

En Cuéllar el sistema está constituido por calizas semi-marmóreas, de color blanco amarillento, fractura desigual y concoidea, textura compacta muy tenaz, con algunas oquedades llenas de cristales de carbonato de cal, y á veces con dendritas de óxido de hierro. Yacen en bancos horizontales de dos á tres metros de grueso, sumando un espesor de 50 metros y desarrollándose desde las márgenes del río Cerquillo hasta los altos de la ermita del Henar. Cerca de ésta, á cuatro kilómetros al N. de Cuéllar, hay canteras de caliza blanca compacta, de sonido campanil, pudiendo extraerse piezas de grandes dimensiones, y según un análisis cualitativo, contiene carbonato de cal como substancia dominante, algo de magnesia y sílice y alúmina combinadas. En las mismas canteras hay bancos más arcillosos donde abundan los *Planorbis*, *Limneas* y *Bithynias*, especies de que se ven señales en Frumales, Ontalvilla, Membibre, Laguna de Contreras, Fuentesoto y Olobrada.

En Maderuelo las calizas superiores yacen también horizontales, son de color blanco amarillento, semi-marmóreas y de grano fino, con oquedades correspondientes tal vez á fósiles desaparecidos, y los bancos inferiores, fosilíferos, aparecen más terrosos, indicando la proximidad del horizonte margoso, que, sin embargo, no asoma á la superficie.

La disposición del sistema es la misma en Aldelengua de Santa

María; pero en ciertos sitios el cuaternario cubre las calizas, y en otros asoman las margas con grandes nódulos de pedernal.

Continúan las calizas en Languilla y Mazagatos sobre la derecha del río, inclinando un poco al SE. En el último pueblo son semimarmóreas, de color gris, con venas anteadas, algo cavernosas, con las oquedades prolongadas y de poca amplitud en la misma dirección que las venas citadas, es decir, que en ellas se presenta una serie de filoncillos muy repetidos y próximamente paralelos.

Los pequeños isleos que asoman á P. de Monterrubio son también del tramo superior, pues se componen de calizas blancas con manchas rojizas, muy arcillosas, de grano fino y textura terrosa.

### Valladolid.

En más de las dos terceras partes de la provincia de Valladolid forman el suelo en capas horizontales las rocas terciarias de origen lacustre, que se extienden por todo el N. desde la derecha del Duero, si bien en ciertos puntos, principalmente en las cercanías de la capital, los aluviones de los ríos y el diluvial las cubren en parte. En la izquierda del Duero también la serie terciaria tiene gran desarrollo por los partidos de Peñafiel y de la Nava.

Tres periodos terciarios señala el Sr. Cortázar en su Mapa geológico de esta provincia, á saber: eoceno, proiceno y mioceno, refundidos en este último en el Mapa general, lo mismo que se hizo con idénticas divisiones de sus colindantes de Zamora y Salamanca. Cuando se hayan efectuado los estudios de detalle de estas formaciones, será posible que las edades eocena y proicena, ó parte de ellas, vuelvan á separarse para incluirlas en el sistema oligoceno.

De estas tres edades ó tramos, el superior, ó de las calizas, se halla en las mesas del Centro y del SE. de la provincia; domina el arcillo-margoso en los valles de estas zonas y en los cerros y las lomas de la parte N., y el tramo inferior, ó de los maciños, se extiende en las bases de las colinas de la derecha del Duero y por los dilatados montes de Torozos, entre Medina de Rioseco, Valladolid y

Tordesillas, avanzando á P. hasta la Mota del Marqués. Por el E. de la provincia ocupa gran parte del distrito de Peñafiel por ambos lados del citado río.

Uno de los puntos donde se descubren más claramente los diferentes niveles del sistema, es en la subida que hay desde San Martín de Valbeni al páramo de Cabezón, donde se suceden con el orden siguiente, correspondiendo el primer nivel al tramo inferior, los tres siguientes al medio y el quinto al superior:

1. Maciños arcillosos de grano fino, de la base, poco coherentes y abigarrados, que en dicho pueblo se descubren, con un espesor de más de seis metros.

2. Arcillas plásticas pardo-rojizas de ocho metros de grueso, que encierran nódulos de caliza fétida, concrecionada.

3. Arcillas yesosas de colores azulados ó cenicientos en capas de 10 á 60 centímetros, que suman un total de 60 metros. El yeso se ofrece en vetas entrelazadas y suele aislarse en grupos cristalinos de color de miel.

4. Margas yesíferas de color gris claro con estratificación poco marcada, sumando un grueso de tres metros.

5. Calizas blanquecinas y cavernosas en lechos de 10 centímetros, con un espesor total de otros tres metros.

También asoman al descubierto los tres tramos del sistema en las vertientes del páramo de Torazos al valle del Pisuerga, por los términos de Cigales, Mu-



Fig. 46.—Corte trazado al NE. de Rioseco, según el Sr. Cortázar.

cientes y Fuensaldaña, ocultándose á la derecha del río debajo de sus extensos mantos de aluvión; y lo mismo sucede en Simancas, á 300 metros al N. de cuyo pueblo se levantan las gredas y margas blanquecinas, á las que se sobreponen un poco más lejos las calizas cavernosas.

En las colinas que hay al NE. de Rioseco, las capas terciarias se suceden con el orden que se expresa en la figura 46. Sobre las ar-

cillas calíferas pardo-rojizas, 3, alternantes en la base con margas amarillento-rojizas, 5, y con maciños silíceos, muy tenaces, 4, yacen otras arcillas idénticas con lechos interpuestos de arenas abigarradas, 2, á las que suceden unas calizas sabulosas blanquecinas, 1, cubiertas en gran parte por mantos de tierra vegetal.

#### Tramo inferior.

Predominan en este tramo los maciños que alternan con gonfolitas en varios sitios, y con menos frecuencia con arcillas y margas. Todas estas rocas son generalmente rojizas, á menudo con irisaciones debidas á manchas ó venas azules, amarillas y rosáceas sobre un fondo gris claro ó blanquecino. Su espesor es de unos 100 metros, aunque en pocos parajes se descubre del todo.

En el Teso de la Horca, término de Castro-Nuño, por la parte superior del tramo se extiende un banco de gonfolita, roca que también se muestra con cantos gruesos y en bancos horizontales en el término de Villabrágima. Otras gonfolitas de cantos pequeños alternan con maciños, á veces muy arcillosos, desde Tordehumos hasta Cabrereros del Monte, y desde Cigales á Corcos, en una banda paralela al río hasta Fuensaldaña. Lo mismo se observa por los términos de Villahamete y Villanueva de la Condesa, prolongándose hasta los confines de Palencia, si bien á trechos están cubiertos por masas diluviales.

Se descubren principalmente los maciños, acompañados de arcillas, en Rioseco y Morales de Campo, Santa Eufemia y Barcial de la Loma, desde Bolaños y Aguilar de Campos hasta el arroyo de Aguilar, en cuyas escarpas asoman con colores abigarrados, según se observa también en otros muchos parajes.

Son muchos los términos donde los maciños quedan ocultos bajo mantos de tierras arenosas parduzcas producidas por su propia desagregación y que se podrian confundir con verdaderas capas diluviales aportadas desde largas distancias. Así se observa en las cercanías de Valladolid, en los términos de Villar de Frades, Villanueva

de los Caballeros y Villagarcía, en Viñalón, Villacid, Cuenca y Vecilla de Campos. Con frecuencia entre esas tierras arenosas producidas *in situ* por los mismos maciños, abundan los cantos de caliza y los guijos cuarzosos de los arrastres diluviales inmediatos, según se observa en Valdunquillo, La Unión y Castrobol, donde los maciños que asoman entre aquéllas pasan á arcillas sabulosas y calíferas, con manchas y vetas abigarradas en un fondo pardo rojizo.

Con idénticos caracteres se ofrece el mioceno en el lugar de Arroyo de la Encomienda, así como entre Vega de Rioponce, asomando á trechos los maciños abigarrados, y en Monasterio, donde abundan las tierras arcillosas, que también dominan al N. de Villanueva de la Condesa y en las cercanías de Villalón. Entre este pueblo y Bustillo asoman en varios rodales los maciños, que también son comunes en Villafranca, Tamariz, etc.

En las inmediaciones de Pollos, entre los maciños de la parte inferior del tramo, que son muy deleznales, se intercalan diversos lechos de gredas azules y moradas, sumando un espesor que no baja de 40 metros.

#### Tramo medio.

De idéntica composición que en las provincias colindantes, dominan en unos sitios los yesos, en otros las arcillas, las margas ó las gredas, hallándose entre ellos, principalmente en la derecha del Pisuerga, nódulos de pedernal. Los colores más variados se observan en estas capas arcillo-yesosas, en fajas de espesor variable.

Debajo de las calizas cavernosas de Portillo yacen las arcillas blanquecinas del tramo, entre las que abundan los cristales de yeso en flecha, transparentes, de color amarillento, con frecuentes irisaciones concéntricas. En esta localidad, lo mismo que en Pedrajas y en Olmedo, es de 50 metros próximamente el espesor de este tramo, que en Santovenia y Cabezón está constituido por margas, arcillas y gredas yesíferas, en zonas de unos 12 metros de espesor, alternando los colores gris, azulado y rojo y formándose en ellas, por los arrastres de las aguas, profundas cárcavas en las laderas de las colinas.

nas que se alzan sobre la izquierda del Pisuerga. Por regla general, en la base yacen las arcillas en bancos muy gruesos, y en la parte superior las gredas alternantes con yeso, ya sacarino, ya en masa que llaman *argel* en el país, ya cristalizado ó espejuelo.

En las margas de las orillas del Canal de Castilla inmediatas á la capital, por las vertientes del cerro de la Maruquesa, se encontró hace tiempo un molar de *Mastodon angustidens*, Cuv., especie de que también se hallaron varios restos en otras localidades de esta cuenca y de la del Tajo.

No es raro encontrar entre los elementos geognósticos del tramo medio algunos lechos más calíferos, de bastante consistencia para que puedan ser empleados como sillares; y tal sucede en Fombellida y en Valoria, y por punto general en toda la orilla derecha del Esgueva hasta alcanzar su divisoria. Estas calizas arcillosas son muy fosilíferas, blanquecinas y de textura compacta, fétidas y de poca dureza, lo que facilita en gran manera su labra; y entre las especies fósiles se citan *Lymnaea longiscata*, *Bythinia pusilla* y *Planorbis laevigatus*. Yacen sus capas debajo de lechos de arcilla azulada yesífera, y se sobreponen á gredas rojizas en bancos de 50 á 60 centímetros de grueso.

La división del tramo en dos zonas, una superior, azulada, y otra inferior, rojiza, se comprueba en Valbuena del Duero, donde pasa de 60 metros su grueso por debajo de las calizas, que sólo alcanzan ocho. Al E. de la provincia, el tramo es más calizo y su estratificación horizontal se marca más que en el N. y P.

No en todas partes es constante la disposición de los materiales, pues, por ejemplo, en Olmos de Peñafiel falta la zona de los yesos, y las calizas del tramo superior descansan sobre las gredas rojizas, y ya en la izquierda del Duero, en Rábano, vuelve á intercalarse el horizonte de las margas yesosas.

En las cumbres inmediatas á Renedo, las calizas de color anteado, 1 (fig. 47), se dividen en cuatro capas de 0<sup>m</sup>,20 de grueso: son cavernosas, con multitud de quebras naturales, y debajo alternan con gredas, a, abundantes masas de yeso, 3, que se explotan en las la-

deras de los cerros ó por medio de galerías. En muchos puntos el yeso espejuelo está mezclado con arcillas plásticas azules, 2, y en la base de la formación yacen las arcillas en grandes bancos de estratificación poco marcada. Este conjunto de circunstancias es el dominante desde la izquierda del Pisuerga hasta los confines de la provincia, ó hasta que el terciario queda cubierto por el diluvial.



Fig. 47. — Corte por las yeseras de Renedo, según el Sr. Cortázar.

En Zaratán dominan las margas parduzcas en bancos de dos metros, separados por lechos de greda azul; y según se va subiendo hacia el páramo, el elemento calizo va también aumentando hasta formar capas compactas de color gris obscuro, alternantes con margas é inmediatamente inferiores á las calizas cavernosas del tramo superior.

Las colinas de Torrelobatón están formadas por margas, gredas y arcillas, faltando por punto general el yeso; pero, en cambio, se hallan concreciones de cuarzo resinita con abundantes impresiones de fósiles de agua dulce. También entre las margas blancas de las laderas del páramo sito á L. de Vega de Valdetrongo se hallan muchos nódulos de pedernal, acompañados de calizas concrecionadas y arcillas plásticas de color azuladas; y allí, efectos análogos á los que ocurren en las margas yesosas, donde se han agrupado en distintos puntos la arcilla, la caliza y el yeso, se verifican entre las gredas, segregándose el pedernal de la caliza y arcilla, habiendo servido de centro de atracción para la sílice algunos carapachos fósiles. Los nódulos de pedernal forman fajas de superficie muy desigual y esponjosa, viéndose envueltos por arcillas muy puras y estando la masa silicea fraccionada en trocitos prismáticos. Son casi negros cuando el pedernal es puro; mas se hacen pardos cuando tienen cierta cantidad de caliza, que no sólo se presenta acompañándolos, sino además en formas arriñonadas. También abunda el pedernal por los términos de Cigales, Mucientes, Fuensaldaña y otros de las vertientes del páramo de Toranzos al valle del Pisuerga. Por esos puntos

tiende ese mineral á tomar una disposición en fajas de un decímetro de grueso, con color negruzco de tintas de diversos tonos en zonas concéntricas.

Calizas idénticas se ven en el cerro donde se hallan las bodegas de Castronuevo, excavadas entre las margas á dos niveles distintos, estando separadas por una lancha de la piedra caliza, cuyo grueso no excede de 0<sup>m</sup>,60, tan tersa y limpia y de tal solidez, que sirve de pavimento á las bodegas superiores y de techo á las inferiores.

Las margas y gredas de colores claros yacen con estratificación poco marcada, divididas en lechos de 10 á 50 centímetros de grueso.

El espesor total de este tramo es 80 metros próximamente.

#### Tramo superior.

Se compone de calizas azuladas, blanquecinas y á menudo anteadas, silíceas y cavernosas, que yacen en bancos horizontales, generalmente de poco espesor y están cortadas en muchos puntos por los desgastes de las aguas, formando los páramos de la provincia. Su espesor varia desde 2 á 15 metros, y alcanza por término medio un grueso de seis á siete metros.

El páramo que hay entre Cabezón y San Martín de Valbeni tiene por subsuelo calizas arcillosas y magnesianas blanquecinas, en sitios muy compactas y en otros cavernosas. El espesor de sus lechos es de unos 0<sup>m</sup>,25 y el grueso total no excede de cuatro metros.

En el páramo de Campaspero existen las calizas, que se explotan para todas las obras de importancia de la provincia, en canteras situadas á dos kilómetros al SO. del pueblo. Son compactas, algo porosas y fosilíferas, de color blanco agrisado y contienen algunos nódulos silíceos.

Las calizas de Montemayor son de color gris obscuro, fétidas, muy duras y fosilíferas, de un grueso de unos cuatro metros en tres ó cuatro capas horizontales que se apoyan sobre las margas yesosas, las que presentan más de 60 metros de espesor, y contienen varias

especies fósiles, entre otras *Planorbis cornu*, Brong.; *Limnæa acuminata*, Brong., y *Helix torus*, Math. Los mismos bancos de Campaspero siguen sin interrupción por Cogeces del Monte y el páramo del Mauzanillo y Quintanilla de Abajo, sobre la izquierda del Duero, donde se ven algunas capas de más de un metro de grueso, blanco-agrisadas, de textura compacta, fractura lisa y con tan buen aspecto y condiciones, á simple vista, como las de Campaspero.

En Mucientes se explota otra caliza muy compacta y resistente, de buen aspecto y con algunos cristales de cuarzo implantados en su masa, que se prolonga por la meseta del monte Torozos.

En San Miguel del Arroyo hay otra caliza muy análoga á la de Campaspero; en Bamba es también de buen aspecto y fácil talla, sin concreciones ni venas terrosas y semejantes á las dolomías por su composición; pero tienen, como éstas, el inconveniente de ser heladizas.

La caliza de Villanubla se usa mucho en la capital de la provincia para toda clase de construcciones, atendiendo á la baratura del transporte y á su gran dureza. Es de textura cavernosa, color gris, con venas terrosas blancas y rojizas, fractura algo conoidea; contiene grandes nódulos silíceos, su densidad es de 1<sup>m</sup>,07, y además del carbonato calizo contiene magnesia, arcilla, hierro oxidado y sílice. Yace en dos bancos, de los que el inferior ofrece mejores condiciones para sillares de importancia. Calizas idénticas se encuentran en Bercero y Robladillo.

La piedra de La Mudarra difiere de la de Villanubla por su color más azulado y su mayor dureza, siendo á veces heladiza y terrosa, hallándose en ella, entre otras especies, el *Helix torus*, Math. Las calizas del páramo de Cabezón y Renedo son blandas; las de Valde-ebro algo fétidas.

Para la fabricación de cal viva, que casi siempre es crasa, hay canteras en Parrilla, Montemayor, Iscar y otros pueblos.

En las calizas del páramo de Torozos, principalmente hacia los confines con la provincia de Palencia, es donde más abundan los agujeros cilindricos que cruzan sus bancos, que allí tienen bastante

desarrollo y producen por su descomposición una tierra vegetal, la cual adquiere color rojizo por la sobreoxidación del hierro que producen las influencias atmosféricas.

Por fin, entre las arcillas plásticas de la cuesta de San Cristóbal, término de Cistérniga, que se explotan para las tejas mecánicas de la capital, se han encontrado diferentes restos de mamíferos y quelonios que están por estudiar.

### Palencia.

Lo mismo que de la de León, de esta provincia hay muy pocos datos relativos á las formaciones terciarias. Casi todo está por estudiar.

En 1855, al abrir el cauce del Canal de Castilla en las inmediaciones de Dueñas, se descubrió el esqueleto casi completo, que fué bárbaramente destrozado, de un mastodonte calificado por Prado (1) de *M. angustidens*, á juzgar por un molar que por casualidad se conservó.

Los conglomerados del tramo inferior se extienden por varios términos, y entre ellos suelen intercalarse lechos de arcilla, que en algunos sitios de las inmediaciones de la capital es blanca y compacta, utilizándose como tierra de batán.

Gonfolitas de cantos pequeños y granos muy menudos de caliza y de cuarzo, con cemento rojo, que pudieran ser oligocenas, abundan entre Coruelos y Santibáñez del Esla, á un quilómetro al NE. de Paredes de Nava; al E. de Fuentes de Nava; al O. de Olea, cerca de la margen izquierda del Boedo; al S. de Cornón, etc.

Al N. de Población hay otro conglomerado de grano menudo y cemento parduzco ferruginoso; y en Pino de Viduerna se encuentra una brecha de cantos pequeños de caliza gris semi-marmórea, probablemente jurásicos.

Maciños con granillos de cuarzo y de cemento rojo, que pudieran

(1) *Rev. Min.*, tomo II, pág. 57.

ser oligocenos, se hallan al SO. de Colmenares, en Alar del Rey, y al O. de Vertabillo; otro también rojo y de grano fino hay al O. de In-torcisa, y otros amarillentos y de color gris claro, también de grano fino, al N. de Población, en Vega de Doña Olimpia, entre Pampliega y Palenzuela, y entre Astudillo y Santoyo.

Margas blanquecinas se hallan en Colmenar de Ramírez, donde son tabulares, y entre Castrillo de Don Juan y Tórtolos; cerca de Terradillos y Lagartos se extiende otra amarillenta, sabulosa y micáfera; y otra más compacta y dura, cenicienta, hay en la cantera Isabel, cerca de la capital. Al pie de la torre del telégrafo óptico de Torquemada hay otra marga blanquecina y terrosa.

En el citado Colmenar de Ramírez se halla con dicha marga una arcilla blanquecina calífera suave al tacto; y otra arcilla sabulosa y micáfera, deleznable, amarillenta, se ve en el cerro del Castillo de Baltanás.

Se prolongan las margas del tramo medio por el término de Hontoria, donde se halla, entre otras especies, el *Planorbis rotundatus*, Brong.

Con variedad de texturas abunda el yeso entre las margas miocenas de esta provincia, siendo de los más notables el laminar acaramelado, divisible en hojas muy grandes, que hay en la cuesta del Portillo de Baltanás, y el hialino en laminitas entrecruzadas en una marga blanca de Colmenar de Ramírez.

En el camino de Villasabarigo á Carrión hay una caliza sabulosa, tránsito á maciño, acribillada de oquedades pequeñas; calizas arcillosas compactas, unas rojas, otras amarillentas ó grises, se hallan en Espinosa de Cerrato, al N. de Carrión, Villanueva de la Peña y á la derecha del canal cerca de Palencia.

El páramo que se extiende al E.NE. de Fuentes de Valdepera se halla coronado por una caliza blanquecina y compacta llena de pequeñas oquedades impregnadas de arcilla roja ferruginosa. Calizas parecidas, algo arcillosas, blancas con manchas rojas, se ven en el páramo de Monte de Hoces y en la parte alta de Espinosa de Cerrato, y otras algo arcillosas y compactas, de colores claros, coronan el

páramo de Baltanás, á dos quilómetros al E. de Hérmedes, en los confines de Valladolid.

En el páramo de Antilla es notable otra silicea, muy compacta, de fractura concoidea y colores claros amarillentos, grises con manchas rojas, y en la cual se ven señales de gasterópodos. Otra blanquecina, también de fractura concoidea, pero más arcillosa y atravesada por muchas oquedades, se halla en la bajada del páramo á Castrillo de Don Juan.

En San Pedro de Cancoles hay una greda amarilla muy silicea, incluida en el terciario por el Sr. Puig y que pudiera ser diluvial.

Uno de los descubrimientos más curiosos del mioceno de esta provincia fué el hallazgo de huevos fósiles, probablemente del género *Anser*, entre las margas yesíferas del Cotarro de la Horca, situado al NO. de Cevico de la Torre, y en las laderas del cual los vecinos del lugar tienen abiertos sus lagares y bodegas. Las margas de ese cerro tienen dos metros de espesor, y entre sus capas horizontales se intercalan lechos de espejuelo que á lo sumo tienen cinco centímetros de grueso, conteniendo también aquéllas cristallitos diseminados de la misma substancia. También encierran en esas margas muchos moldes é impresiones de gasterópodos terrestres y de agua dulce, como los citados anteriormente de la provincia de Valladolid, y sobre ellas se extienden bancos de caliza, igualmente fosilífera, en la misma población <sup>(1)</sup>.

### Burgos.

Ya en una Memoria publicada por Fergusson en 1814 se anunció que en la caliza lacustre de las cercanías de Burgos abundan las paludinas pequeñas, los planorbis y las limneas, datos confirmados por Hausmann en 1851 <sup>(2)</sup>.

Al N. de la ciudad de Burgos, entre los ríos Arlanzón y Ubierna,

(1) *Bol. Mapa geol.*, tomo XXIII, pág. 133.

(2) *De Hispaniæ Constitutione geognostica*.

reparó Naranjo hace mucho tiempo <sup>(1)</sup> que se suceden en cerros y colinas estos tres elementos ó miembros del terciario medio, en capas horizontales: 1.º Arcilla roja, á veces plástica, alternante con arenisca parduzca, muy fina y deleznable. 2.º Lechos yesíferos de 10 á 15 centímetros de grueso, alternantes con margas grises. 3.º Calizas que coronan las cimas. El primer miembro se extiende por la vertiente septentrional del puerto Pechuelo, cerca de la fuente de Buena-Vista; el segundo en las inmediaciones de Villatoro, donde abunda el yeso compacto y el fibroso, y el tercero en el cerro de Fres del Val, donde abundan los *Planorbis* (*P. carinatus?*) y las limneas. Los dos últimos niveles se extienden al N. y NE. de Villatoro, hasta la sierra de Peña Orada, por gran parte de la antigua merindad de Villarcayo.

Caliza blanca semi-marmórea se viene explotando desde larga fecha en la cantera de Villalba, cerca de Burgos; en la subida de Torregalindo á Campillo, en Tamarón y otras varias localidades abunda la siliceo-arcillosa, gris clara, muy compacta y de fractura concoidea, y la blanquecina arcillosa, con muchas oquedades producidas por moldes desaparecidos de gasterópodos, se encuentra en El Reboyo, alto de la Mazorra de Dobro, en Villaldemiro, etc.

Desde las inmediaciones de Belorado hasta los confines de la provincia de Logroño se extienden con grande amplitud y potencia las margas yesosas que en Cerezo de Río Tirón encajan un importante criadero de sulfato de sosa que se describirá en otro capítulo. En Villaldemiro abundan el yeso especular y laminar y el terroso; en la fuente de la Zarza, término de Santa Olalla, el compacto, en ambos puntos asociado á margas blanquecinas más ó menos duras y terrosas.

Las margas blancas con paludinas se muestran con notable desarrollo en los términos de Sedano é Iglesias; y las amarillentas en el valle de Cubillos, así como en el de Narejos de San Pedro, donde alternan con una molasa rojiza.

(1) *Reseña geog. y min. de una parte de la prov. de Burgos. An. de Minas*, tomo II, pág. 94.



Trasladada al oligoceno por el Sr. Larrazet <sup>(1)</sup> una gran parte del terciario de esta provincia, queda reducido el mioceno á una extensión bastante menor que la figurada en el Mapa general, habiéndose observado de una manera precisa sus relaciones con el sistema que le precedía tan sólo en las inmediaciones de Castrillo del Valle. Aquí el citado geólogo limita su espesor á una decena de metros de caliza silicea y dura en capas horizontales apoyadas sobre las de la edad aquitaniense anteriormente descrita.

Según el mismo geólogo, el mioceno, así limitado, se encuentra principalmente en las extensas mesetas, que llegan á más de 1000 metros de altitud, situadas al S. y al O., en las cercanías de San Pedro de Cardena, Carcedo de Burgos, Urones, etc. Las calizas silíceas, duras y cavernosas, de sonido campanil al golpearlas con el martillo, que yacen horizontales en esas localidades, suelen contener ciclostomas, planorbis y otros restos de agua dulce; é iguales rocas con los mismos fósiles se encuentran al S. de Orón y otros puntos de la cuenca del Ebro.

El descubrimiento paleontológico más importante que se ha efectuado hasta la fecha en el mioceno de esta provincia, es el de varios restos de un rinoceronte (*R. tichorhinus?*), entre ellos un cráneo completo, en la cuesta de Parapa, á tres kilómetros de Briviesca, al abrir las trincheras para el ferrocarril del Norte, á fines de 1859. Allí la formación terciaria se compone, en orden ascendente, de los siguientes estratos:

- 1.—Arcilla muy fina = 0<sup>m</sup>,50.
- 2.—Arenisca amarilla, poco coherente, de grano fino = 5 metros.
- 3.—Marga azul yesifera y consistente, que encerró los restos fósiles = 2 metros.
- 4.—Arcilla amarilla = 1<sup>m</sup>,50.
- 5.—Arenisca dura, rojiza, de grano fino = 1 metro.
- 6.—Marga arcillosa azulada = 5 metros.
- 7.—Tierra vegetal = 0<sup>m</sup>,50.

(1) *Recherches géol. sur la region orientale de la prov. de Burgos*, pág. 216.

## Soria.

Según el Sr. Palacios <sup>(1)</sup>, los tres tramos del sistema se componen en esta provincia de los siguientes elementos petrológicos: el inferior, de conglomerados calizos, alguna vez con cantos cuarzosos, de cemento margoso ó margo-sabuloso, á los cuales se asocian arcillas y margas; el medio, de maciños, molasas, gonfolitas, conglomerados cuarzosos de cemento margo-sabuloso, arcillas y margas pardo-rojizas, y el superior, de calizas de variables caracteres, cuyas hiladas inferiores son muy arcillosas y suelen alternar con margas blanquecinas. No siempre se muestran reunidas las tres edades; y por las grandes variaciones en sus espesores, aun en localidades próximas entre sí, se comprueba, como en las provincias inmediatas, que la sedimentación no se verificó de una manera uniforme en toda la extensión de la cuenca.

Lo que desde luego llama la atención en esta provincia es el gran desarrollo de los conglomerados, si se compara con el que se ofrece en las provincias anteriormente descritas. Según el Sr. Palacios, no sólo abundan en el tramo inferior, sino también en el medio.

Como es regla general en toda la cuenca del Duero, las capas se presentan sensiblemente horizontales, y únicamente en su contacto con las calizas cenomanenses yacen con inclinaciones muy acentuadas y aun levantadas hasta la vertical. Estas dislocaciones han ocurrido en la proximidad de las fallas que trastornaron dichas calizas, lo que hace suponer que fueron debidas á acciones dinámicas desarrolladas en época posterior al mioceno. El espesor máximo de éste en las comarcas centrales no baja de 200 metros.

A causa de la distribución del sistema en varios manchones é isleños, siguiendo al Sr. Palacios, expondré los datos locales, no por la agrupación general en los tres tramos, sino por orden geográfico.

(1) *Descr. fís., geol. y agr. de la prov. de Soria*, pág. 350.

MANCHA CENTRAL DE LA PROVINCIA.—Los conglomerados de la base adquieren considerable desarrollo en la parte oriental de la provincia, donde forman casi por sí solos los montes de Mazaterón y de Deza. En la divisoria de los ríos Nágina y Henar están compuestos de cantos gruesos de calizas cenomanenses y otros más pequeños y menos abundantes de arenisca, unidos por un cemento margoso, rojizo, constituyendo bancos alternantes con margas del mismo color. Suman un espesor de más de 80 metros, y llegan á la inclinación de 40° al SO. en su contacto con los estratos oligocenos, sobre los que yacen discordantes en la vertiente oriental de la divisoria. Se prolongan al SO. á través del término de Deza, cruzan el Henar y tocan el cenomanense de su vertiente izquierda. En dicho río los bancos asoman cortados por escarpas altas con capas delgadas de maciños arcillosos; y por bajo de la granja de Mazarete se les sobreponen las margas blanquecinas, con yeso y pedernal del tramo medio, en capas delgadas, con las cuales alternan otras de caliza compacta. Cihuela se halla situado sobre estas margas, inclinadas 55° al O. 8° S., y de allí se extienden al término de Bordalba, cada vez más tendidas, hasta quedar casi horizontales.

Al S. de Cihuela, las calizas superiores tocan las cenomanenses fuertemente dislocadas y en sitios verticales, prolongándose con esa disposición hasta más allá de Embid de Ariza (Zaragoza). Estas calizas, entre las que hay algunas duras y silíceas, sobresalen con bancos gruesos en largos crestones escalonados por la vertiente izquierda del Henar; y al pie de la muela de Cihuela, en el sitio llamado Valdelapedrina, se intercala entre ellas un lecho de lignito, al que sirven de caja margas carbonosas con hélices, planorbis y limneas. Las calizas que yacen en contacto con estas margas toman un color pardo agrisado, son duras y tenaces, están cargadas de materia bituminosa y contienen *Hidrobias*. En las labores de reconocimiento practicadas en aquel criadero de combustible se descubrió un cráneo de *Cervus*.

A esas calizas se sobreponen en la vertiente derecha del río otras más arcillosas, con indicaciones de lignito, en capas que buzan al SO.

con inclinación decreciente, hasta quedar casi horizontales en los confines de Zaragoza, donde se ocultan bajo el diluvial que se atraviesa en el camino de Ariza. Cerca del contacto de ambas formaciones, en el vago de Agua Cae, las capas miocenas han sido derrubiasdas, quedando en pie unos pilares cilíndricos de tres á cinco metros de altura y de poco diámetro, los cuales, por su forma y regularidad, recuerdan los hitos que se suelen dejar en los desmontes.

Los conglomerados de la divisoria del Henar y del Nágina se prolongan por el NO. hasta el término de Carabes, donde sus bancos, inclinados al SO., se recortan en riscales que erizan el suelo inmediato á la charca de Valterán. En Bliccos están horizontales y adquieren gran consistencia por la mucha caliza que acompaña á su cemento.

Serón se halla situado sobre una colina escarpada, constituida por maciños pardo-amarillentos en capas casi horizontales, que más al O. se levantan con inclinación cada vez mayor sobre los conglomerados del monte de Mazaterón. A P. de Bliccos y Serón, en la divisoria de los ríos Nágina y Duero, se elevan lomas y cerros por los términos de Nepas, Nolay, Escobosa, Maján, Soliedra y Borchicayada, y compuestos principalmente por margas terrosas, rojizas y amarillentas, entre las cuales asoman bancos discontinuos de maciños y gonfolitas, los cuales solo se muestran con cierto espesor en la sierra de Perdices, donde constituyen, con otros de margas, una meseta alargada, de 80 metros de altura, cortada al N. por barrancos hondos, con cerros agudos y escarpados, como el del castillo de Moñux. A lo largo de esta meseta los maciños pasan á calizas granudas y compactas.

Frente á Valdespina, en la orilla derecha del Duero, entre Viana y Cubo de la Solana, sobre las areniscas y arcillas cocenas, ó tal vez mejor oligocenas, inclinadas 45° al S., yacen las gonfolitas miocenas en bancos horizontales, que se ocultan bajo el diluvial de los montes de Valverde. En la orilla opuesta asoman las mismas rocas desde el cerro de la Turujalba de Almarail hasta más abajo de la barca de Velacha, tajadas á gran altura en las escarpas que encauzan al Duero.

Al S. de la granja de Velacha también se ocultan debajo de los aluviones del río; y hasta la ermita de San Juan, más allá de la dehesa de la Requijada de Almazán, no vuelven á asomar las gonfolitas compactas, alternantes con margas sabulosas.

Sobre la derecha del Duero, en los pinares de Fuentelcarro, Matute y Matamala, asoman molasas muy delezables que por su desagregación originan un manto de tierra arcillo-sabulosa, difícil de distinguir de los depósitos diluviales que cubren en su mayor parte el suelo de aquella zona forestal. La molasa con maciños y gonfolitas, llega por el S. hasta la derecha del Duero, donde forman una elevada escarpa en el camino de Matute á Almazán. Estas mismas capas, cubiertas en unos sitios por sus propios derrubios y profundamente surcadas en otros por aguas torrenciales, continúan sin interrupción á través de los términos de Matamala, Centenera y Santa María del Prado, en contacto con la loma cenomanense del portillo de Andaluz, al N. del cual los maciños y molasas, en bancos parduzcos de gran espesor, ofrecen numerosas oquedades irregulares.

Al pie de la sierra de Hinodejos, Monasterio está situado en una meseta, constituída en su base por bancos horizontales de conglomerados calizos, algunos muy compactos, de cemento también calizo y con los caracteres del mármol brechoide, entre los que se intercalan capas arcillosas rojas. Con un espesor de 30 metros se sobrepone á ellos una caliza agrisada con restos de gasterópodos, cuyas capas superiores forman alrededor del pueblo un suelo llano y resbaladizo. En algunos sitios aparecen cribadas por huecos transversales, en sitios en tanto número, que la roca toma el aspecto de una esponja petrificada, é implantadas en sus capas inferiores se ven guijas cuarzosas que les dan el carácter de gonfolitas.

A tres kilómetros más al SE., en La Revilla, los conglomerados de la base son arcillosos, se desagregan con facilidad y van también acompañados de margas y arcillas rojas. Calizas iguales á las de Monasterio asoman en reducidos espacios bajo los depósitos diluviales de las lomas que se extienden en dirección á Riaseco y Valdealbillo.

Los conglomerados y maciños alternan en Nódalo con margas sa-

bulosas amarillentas en capas horizontales sobrepuestas al terciario inferior.

En la mancha de Aldehuela, los conglomerados calizos de la cuesta del Murallón alternan con arcillas y margas rojas, inclinadas ligeramente al N. 6° E., y cubiertas por calizas compactas que más al S. coronan el cerrillo de Fuentelapeña y otros inmediatos á la Mallona. Desde aquí hasta Calatañazor persiste la alternación de las mismas rocas, inclinadas al NE. y apoyadas sobre las eocenas de las laderas inmediatas del monte de Nódalo, sobre la derecha de la carretera.

El río Milanos, sito más al N., surca con un tajo de más de 80 metros los sedimentos de esta mancha, y descubre á lo largo de su va-

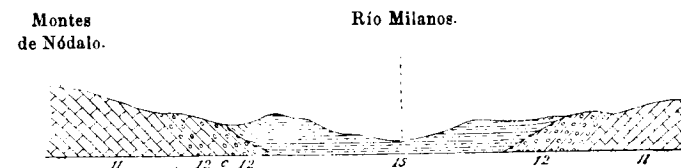


Fig. 48.—Corte á través de la cuenca del Milanos, según el Sr. Palacios.

guada las margas alternantes con maciños y gonfolitas. En Aldehuela de Calatañazor, las margas rojizas y blanquecinas aparecen en estratos horizontales de poco grueso, y las gonfolitas, en la subida á La Venta, asoman en potentes crestones. La figura 48, que representa un corte tomado de N. á S. transversalmente á esta cuenca, da una idea de la disposición que en ella ofrecen los maciños y margas miocenos, 15, tendidos horizontalmente sobre los conglomerados, 12, calizas y margas, C, del eoceno, que se doblan concordantes, en un sinclinal, sobre las calizas cenomanenses, 11.

En Calatañazor las calizas en bancos horizontales, con 40 metros de espesor, componen casi exclusivamente el mioceno. Sobre la margen derecha del río Milanos, las inferiores son arcillosas y heladizas, y al desagregarse lentamente, van dejando sin apoyo á las superiores, á lo cual se deben los derrumbamientos tan frecuentes en las inmediaciones del castillo. A la izquierda del río, están cortadas por altas

escarpas apoyadas sobre las cenomanenses que asoman más al S. en dirección á Blacos. La célebre peña del Abanico, caída de esas escarpas, presenta en su interior una cavidad que comunica al exterior por dos distintos sitios, y en ella se ven impresiones de hojas de *Flabellaria* de 0<sup>m</sup>,60 de longitud.

Un quilómetro al NE. de Calatañazor, en la cuesta de Aldehuela, sobre las capas eocenas, que están casi verticales, yacen horizontales las miocenas calizas, que contienen en sus niveles inferiores guijarros de arenisca, y toman también el aspecto de gonfolitas. Más á L., en los llanos del monte Enebral, descansan directamente sobre las cenomanenses, y por el S. se extienden en el páramo de Calatañazor con dirección á Nódalo y Nafria, cerca del cual se ocultan bajo el cuaternario.

Los conglomerados de la base alternan en Avioncillo con margas y arcillas rojas, con un espesor de 40 metros, compuestos de elementos calizos con cemento margo-sabuloso y suavemente inclinados al S. en el contacto con las calizas cenomanenses del cerro del Calar. Debajo de las calizas del páramo de Calatañazor, en la cuesta del Temeroso, se desarrolla una potente zona de arcillas y margas terrosas rojas con bancos discontinuos de conglomerados calizos; y por su aspecto general, esa zona hubiera podido considerarse como diluvial, si su posición stratigráfica no determinara su inclusión en el mioceno. Las arcillas disminuyen de espesor por la parte de P., y en el término de Blacos los conglomerados son las rocas dominantes. Las calizas superiores coronan el cerro de la Ermita del Santo, á la misma altura que las del referido páramo; y junto al barranco del Hocino, en dirección á Cubillos, los conglomerados de la base son de cemento calizo, muy consistentes, inclinados 35° al SO. en su contacto con el cenomanense.

Cerca de Cantalucia, confinando con Talveila, por la denudación del diluvial se descubren los conglomerados miocenos de cantos angulosos de caliza cenomanense, con cemento calizo de color rojo, que les da las cualidades del mármol.

En la meseta de La Muela, la caliza blanca, arcillosa, en bancos

horizontales, se sobrepone á las margas rojas cavernosas, con geodas y vetas espáticas, alternantes con maciños del mismo color. En general son muy poco coherentes, y las aguas superficiales han abierto en ellas hondos surcos. A estas margas cavernosas acompañan en Rioseco los conglomerados y las tierras arcillosas blanco-amarillentas, en capas delgadas, á lo cual es debido el aspecto fajeado de los cortes del terreno.

Gormaz se halla situado en la falda de otra meseta alineada de E. á O. que se eleva con pendientes escarpadas sobre la derecha del Duero. Sobre las calizas cenomanenses, 11 (fig. 49), que asoman en la ladera meridional, hasta la mitad

de su altura, y en las cuales está cimentado el pueblo, yacen margas blanquecinas compactas y maciños alternantes miocenos, 15, á los cuales suceden calizas, 16, con guijarros de cuarcita,

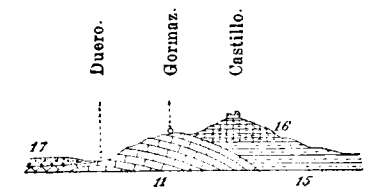


Fig. 49.—Corte por Gormaz, según el Sr. Pañacios.

El espesor total del sistema es aquí de 90 metros, correspondiendo cerca de la mitad á las calizas superiores. Los aluviones del Duero, 17, ocultan en el llano las calizas cretáceas.

Conglomerados de cantos calizos y silíceos, maciños pardo-rojizos y algunos lechos de arcillas, son las rocas que constituyen principalmente el sistema en Lodaes y en la parte oriental de Burgo de Osma, así como los asomos de la misma edad que hay entre los depósitos diluviales de Bayubas de Arriba, Bayubas de Abajo, Valdenebro, etc.; y también se muestran las mismas rocas, ligeramente inclinadas al S., en las lomas y cerrillos de La Olmeda, entre el río Ucero y los llanos de La Rasa. En la cuesta de Alcubilla, á P. de Burgo de Osma, descansan sobre el eoceno y el cenomanense las margas blanco-amarillentas, alternantes con maciños de colores claros, algo feldespáticos y de grano fino, hasta más allá de San Esteban de Gormaz, donde forman las elevadas escarpas que dominan á esta villa por el lado del N. A este conjunto se sobreponen

calizas compactas y arcillosas, en las cuales están las ruinas de su castillo.

Las calizas superiores, algo arcillosas y amarillentas, con impresiones de hojas de *Flabellaria*, coronan el cerro de La Horca en Alcubilla del Marqués; y desde San Esteban de Gormaz hasta el confín occidental de la provincia están cortadas en escarpas alineadas á la derecha del Duero. Las areniscas calíferas y feldespáticas disminuyen gradualmente de espesor; y en cambio, á partir de Velilla, constituyen principalmente el sistema las margas y las calizas.

Al N. de Langa, las capas inclinan hasta 25° al SO. en las mesetas aisladas que con declive uniforme descienden hacia la vega del Duero, formadas por calizas compactas, de colores claros y agrisados, con limneas y planorbis, sobrepuestas á margas incoherentes que, por su desagregación, producen extensas terreras blanquecinas. Debajo de las margas de la cañada de La Veguilla yacen las areniscas calíferas de grano fino, muy compactas y de color pardo agrisado, que pasan á conglomerados silíceos de guijo menudo.

En Langa, las margas terrosas son de colores abigarrados; alternan con otras más consistentes y con calizas compactas, y con iguales caracteres se muestra el sistema en Castillejo, Valdanzo, Miño de San Esteban, Peñalba, Fuentecorcabrón, etc., situadas á la izquierda del Duero, reproduciéndose la misma configuración topográfica, con el suelo cortado en mesetas por hondas cañadas, en las que se descubren las margas blanquecinas y rojizas, menos inclinadas hacia la vaguada del río que las de la vertiente opuesta. Las calizas superiores, con helix y limneas, asoman en casi todas las lomas que rodean á Miño con un espesor de más de 60 metros, divididas en bancos muy gruesos. En Valdanzo se encuentran al mismo nivel otras calizas granudas muy consistentes y á propósito para sillería, y las margas con fajas blancas, amarillentas y rojizas, entre las cuales se intercalan areniscas calíferas que pasan á conglomerados cuarzosos.

Más á L., en los términos de Inés, Atauta y Navapalos, la denudación hizo desaparecer las calizas superiores; pero, en cambio, las margas incoherentes amarillentas y rojizas se muestran con gran

espesor, y en todos aquellos cerros asoma de trecho en trecho alguna que otra capa de maciños ó conglomerados muy arcillosos. El Duero corre al N. encauzado por su izquierda bajo altos ribazos, en los que difícilmente se observan indicios de estratificación.

Ayudados sobre el cretáceo, los conglomerados de cantos calizos y cemento margoso de la base del sistema se ven entre Cuevas de Ayllón y Berlanga. En Ligos y Torraño tienen gran espesor; están surcados por el río Pedro, y se apoyan horizontales sobre las pedrizas cenomanenses de la margen derecha del mismo.

En Torremocha y Quintanasrubias se asocian con arcillas rojas y sirven de base á las margas y calizas superiores, las cuales yacen con gran desarrollo en los cerros y mesetas de la parte meridional de aquellos términos, completando con las rocas detríticas un espesor de 150 metros. Sobrepuestos indistintamente á las calizas cenomanenses ó liásicas, yacen también los conglomerados de la base en Caracena, Carrascosa de Abajo y Fresno, cortados en grandes alturas por los ríos Adante y Manzanares. Algunos de sus bancos, muy compactos y de cemento calizo, pudieran considerarse como mármoles, si entre sus elementos calcáreos no se mezclaran algunas guijas de cuarzo.

Cerca de Recuerda, sobre la izquierda del Duero, las margas pétreas, blancas y rosadas, alternan con maciños y gonfolitas abigarrados, de aspecto muy semejante al de las arcosas cenomanenses. El cerro de La Muela, que se eleva al S. del pueblo, está coronado por grandes bancos de caliza semi-concrecionada, correspondiéndose con la del castillo de Gormaz, que sobresale enfrente de ella al otro lado del río. Las mismas calizas reaparecen más á L. en la cumbre de La Torre de Morales, apoyadas igualmente sobre rocas de idéntica naturaleza.

En Berlanga se ofrece completo el sistema con un espesor de cerca de 250 metros. Los conglomerados de cantos calizos y cuarzosos de la base están interrumpidos por un isleo cenomanense que asoma próximo á la villa, y en el monte de Oca, por el extremo occidental de la sierra de Barcas, se sobreponen á ellos, en hiladas

horizontales, los maciños alternantes con margas y arcillas rojizas, á las que suceden, cerca de la cumbre, las margas terrosas blanquecinas y rojas y las calizas duras y compactas, unas y otras con hélices y paludinas.

Al S. de Berlanga, hasta Paones, Arenillas y La Riva, por los montes y lomas que encauzan á gran profundidad al río Talegonos, los conglomerados se conservan horizontales ó suavemente inclinados, excepto en Arenillas, donde buzan por espacio de tres kilómetros á lo largo del camino de Cabreriza, con pendientes de 25 y 50° al NE. en el contacto con el cenomanense. También asoman en los ribazos de la margen derecha del Escalote, en la hoya de La Riba, por bajo de las calizas y margas, descansando sobre el cenomanense. Más á L., á lo largo de la hoz que media entre La Riba y Barahona, las calizas se sobreponen directamente, sin discordancia aparente, á las cenomanenses; y tanto unas como otras se hallan cortadas por grandes tajos, lo cual hace difícil fijar su límite de separación.

En el monte llamado de la Duquesa, entre Marazobel y Barahona, yacen sobre el lías los conglomerados miocenos en bancos gruesos inclinados 20° al N. 16° E. Las margas y las calizas, con pequeños gasterópodos, limitan el borde septentrional del páramo; y entre Barahona y Fuentegelmes las segundas aparecen cribadas por innumerables oquedades, algunas de tales dimensiones, que hacen penoso el transitar por aquellos sitios.

Desde cerca de Alcubilla de las Peñas hasta el término de Berlanga, el río Bordecorex sigue un tajo de cerca de 100 metros de calizas y margas en capas horizontales; y en la cuesta del Carril, entre el páramo de Barahona y Villasayas, hay en el contacto de ambas rocas unos lechos de lignito terroso acompañados de tierras arcillosas y calizas bituminosas agrisadas con *Planorbis crassus*, M. de Serres, y *P. rotundatus*, Brong. Más á L., en los sitios llamados Valdeullán y Carravillasayas, de los términos de Jodra de Cardos y Pinilla del Olmo, asoman al mismo nivel capas más gruesas de tierras carbonosas entre calizas oscuras y fétidas, con paludinas, melanias y otros gasterópodos.

Cerca de Villasayas, en el barranco del Bordecorex, rodean un promontorio de calizas cenomanenses, 11 (fig. 50), plegadas en forma de bóveda en el cerrillo de los Colmenares, las margas miocenas pardo-rojizas, 15, alternantes con areniscas calíferas y conglomerados, á las que se sobreponen las calizas, 16.

En gran parte, la sierra de Barca está constituida por margas térrreas y sabulosas pardo-rojizas sin apariencia de estratificación, entre las que se intercalan otras más consistentes, molasas y maciños, sumando un espesor de más de 120 metros. A ellas siguen otras margas más compactas y blancas, sobre las cuales las calizas, con 50 metros de grueso, coronan la cumbre de la sierra, mostrando en algunos sitios la misma

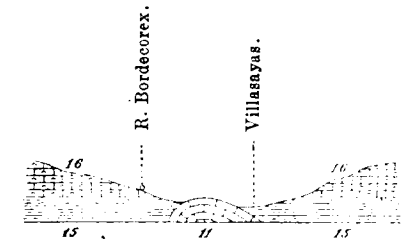


Fig. 50.—Corte por Villasayas, según el Sr. Palacios.

estructura cavernosa que las del páramo de Barahona. Barca y Velamazán se hallan situadas en las margas y molasas, que originan un suelo muy desigual, surcado por hondos cauces y doblado en muchos cerros y altozanos escalonados hasta el Duero.

Las margas incoherentes sabulosas pardo-rojizas se asocian en Almazán con arcillas y bancos discontinuos de maciños y gonfolitas. Las arcillas adquieren gran desarrollo al S. de la población.

La sierra de Hontalvilla, á continuación de la de Barca, es un conjunto irregular de montes y lomas á que los derrubios han hecho perder la forma primitiva, y se halla constituida en su parte alta por calizas compactas y arcillosas, sobrepuestas á margas blanquecinas coherentes, asociadas con areniscas y yeso que se explota en Torremediana, Sauquillo, Frechilla, etc.

Los términos de Mombloña, Alentisque y Morón ofrecen una composición análoga á la de Almazán y la comarca intermedia entre el Duero y el Nágima. Constantemente las margas arenosas pardo-amarillentas forman cerrillos y otros con algunos bancos discontinuos

de gonfolitas y conglomerados. Más al S., en los barrancos que surcan los términos de Cabanillas y Puebla de Eca, se descubren bajo las margas potentes bancos de maciños muy compactos, de grano fino, que suman un espesor de más de 50 metros y recortados en pequeñas escarpas escalonadas. Las mismas rocas asoman en la bajada del puerto del Alentisque á Valtueña, cortadas á gran altura en los desmontes de la carretera de Ariza y en las orillas del Regajo, alternantes con margas y arcillas, ofreciendo tránsitos á conglomerados cuarzosos. Más á L. decrece gradualmente el espesor de los maciños, y en el pueblo de Valtueña se reducen á lechos discontinuos entre tierras rojizas.

Monteagudo está situado sobre margas blanquecinas, coherentes, abundantes en yeso y en capas cuyo espesor varía desde 0<sup>m</sup>,50 hasta un metro. El pantano establecido dos kilómetros al NE. del pueblo, se halla en las margas terrosas pardo-rojizas con cristalillos de yeso en flecha. Las calizas superiores yacen también á poca distancia en la sierra de Bordalba, donde inclinan 25° al O. 18° S., con más de 50 metros de grueso. Entre Monteagudo y Cihuela, las margas blancas, con algunos lechos de conglomerados compuestos de caliza liásica, inclinan al SO. por los cerrillos y mesetas escalonados en la vertiente izquierda del Nágima.

En la sierra del Muedo, punto culminante de la divisoria del Jalón y del Duero, el mioceno alcanza una altitud de 1100 metros y más de 200 sobre el nivel medio del suelo inmediato, y está compuesto en gran parte por las calizas superiores horizontales, cortadas por tajos en casi todo su contorno, compactas, blancas ó gris-azuladas, alguna vez de estructura cavernosa y con moldes de limneas y paludinas. Las margas terrosas abigarradas que se muestran con excepcional desarrollo en la base y en las derivaciones de la sierra, originan un suelo muy quebrado, con profundos surcos y barranqueras; y el yeso, que abunda entre ellas, en Aguaviva, Utrilla y Almaluez, forma vetas gruesas con grandes láminas de espejuelo. Por la misma divisoria de ambos ríos, al N. de Radona, continúan las capas horizontales de calizas, algunas duras y compactas, susceptibles

de pulimento, atravesadas por vetas cristalinas; y debajo de ellas asoman por ambas vertientes las margas yesosas. Los conglomerados de la base aparecen en la planicie que se extiende al S. de Radona, hasta su contacto con el triás de Alcubilla de las Peñas, Beltejar y Blocona. En Yuba están surcadas hasta la profundidad de 40 metros por el barranco Valladar, donde se descubren las carniolas triásicas sobre que descansan.

La sierra de la Mata, entre Utrilla y Arcos de Medinaceli, se compone de calizas bastas y arcillosas, y margas deleznales de colores claros y abigarrados, con masas y vetas de yeso.

Desde más abajo de Jubera hasta los confines de Zaragoza, el Jalón excavó su cauce en los conglomerados calizos con cemento margosabuloso de la base, que se descubren á lo largo de aquél con un espesor considerable. Al N. de dicho pueblo descansan sobre las capas superiores del triás y forman por ambos lados del barranco los altos de La Serrezuela y de La Galiana, cortados por tajos casi verticales de 80 metros de altura. Dentro del mismo término, en manchas de reducida extensión, el óxido de manganeso impregna la substancia margosa de su cemento, ó se concentra en pequeñas masas de forma botroide, de poca densidad y de estructura esponjosa.

Cerca de Avenales, las hiladas inferiores se sobreponen á las dolomías del muschelkalk, y están muy cargadas del óxido de hierro; y en los alrededores de Lomaén los conglomerados, también cortados por altas escarpas, son muy arcillosos, y sus bancos se cuartejan con facilidad, dando lugar á repetidos desprendimientos. El túnel número 3 del ferrocarril de Madrid á Zaragoza está abierto en estas rocas.

En Arcos alternan con los conglomerados de la base arcillas rojas bastante puras, que son plásticas en Santa María de Huerta. Los conglomerados, en cambio, vienen en capas delgadas asociados con margas sabulosas que circuyen la vega del Jalón, á la derecha del cual las mismas rocas avanzan hasta su contacto con las formaciones secundarias de las mesetas que se elevan por aquella parte. Sus capas inclinan ligeramente hacia el valle del Jalón, en los términos de Chaorna, Judes ó Imecha, sobrepuestas al lias ó al triás.

**FAJA EN LA SIERRA PELA.**—Coronando la sierra Pela, desde el término de Pedro hasta Manzanares, yacen los conglomerados en bancos de variable espesor separados por lechos de margas rojo-amari-llentas, con buzamientos apenas perceptibles hacia el S., discordan-tes con las calizas cenomanenses sobre que descansan y formados por cantos de caliza con cemento margoso en los bancos superiores y calizo en los inferiores. En el cerro de Valdejuán, que se eleva al S. de Pedro, es donde alcanzan su mayor espesor, que no baja de 60 metros, y continúan por los cerrillos y lomas de los confines de So-ria y Guadalajara.

**ISLEOS DE LA REGIÓN MERIDIONAL.**—A la derecha del río Adante, en-tre Pozuelo y Caracena, se sobrepone al cenomanense y al lias un isleo separado por denudación de la faja de la misma edad que ocu-pa el valle del Duero, y formado por conglomerados de cantos, cali-zas y cemento margoso, con un espesor que no pasa de 25 metros en las escarpas de Caracena.

La manchita que hay entre Galapagares y Mosarejos se halla cons-tituída también por conglomerados de elementos calizos y silíceos que en sus hiladas superiores pasan á maciños asociados con arcil-las y margas, que en unos sitios cubren al cenomanense y en otros al lias.

Análoga composición tienen las manchitas que hay al S. de Rello y en la hondonada de La Riba de Escalote, donde los conglomerados, sobrepuestos á las arcosas cenomanenses, forman un otero de 40 metros de altura, al pie del cual se halla situado el pueblo.

Otra manchita de 45 á 50 hectáreas, constituida por rocas de la misma naturaleza, cubre con un espesor de 55 á 40 metros las are-niscas triásicas del monte Borricate de Jubera sobre la derecha del Jalón, y en ciertos sitios el cemento de los conglomerados llega á cargarse de óxidos de hierro en tal cantidad, que alguna vez se ha tratado de beneficiarlos como mena.

Junto á las fuentes de Obétago, origen del río Blanco, se encuen-tra otra manchita menor de cuatro hectáreas en un pequeño altozano de calizas triásicas, formando su base los conglomerados de cemento

margo-sabuloso muy consistente, en que se hallan envueltos cau-tos de caliza y de arenisca y trocitos de espató calizo. A estos con-glomerados se sobreponen los maciños arcillosos y margas compac-tas con geodas y vetas cristalinas.

**FAJA DE MIÑANA.**—La fajita de la muela de Miñana, á la izquierda del valle del Henar, se compone también de conglomerados muy ar-cillosos, margas y arcillas en capas ligeramente inclinadas al O., con más de 40 metros de grueso, apoyadas sobre otras oligocenas casi verticales.

**ISLEOS DEL CAMPO DE GÓMARA.**—Almazul está situado sobre una manchita en contacto por el E. con las calizas cenomanenses de la vertiente occidental del Costanazo de Sauquillo. Bancos horizonta-les de maciños, margas y arcillas rojas sobrepuestas á una hilada de gonfolitas de poco espesor, son las rocas de esta localidad, sobre-puestas á las oligocenas fuertemente dislocadas; y análoga composi-ción é igual disposición estratigráfica tiene otro islote que se en-cuentra más al O. en las inmediaciones de Ledesma.

En el sitio llamado La Salma, al N. de Alconaba, se eleva á poco más de 50 metros sobre el Campo de Gómara una estrecha meseta alargada cerca de un kilómetro en sentido de E. á O., y formada por conglomerados, margas y calizas arcillosas, con moldes de lim-neas y paludinas, en estratos inclinados 12° al S. y apoyados con marcada discordancia sobre el eoceno.

**FAJAS DE ALCUBILLA DE AVELLANEDA Y FUENCALIENTE.**—Cerca del confín occidental de la provincia, bajo las lomas diluviales de Alcu-billa de Avellaneda, en la vaguada del río Pilde, asoman las calizas superiores descubiertas en una pequeña parte de su espesor; y más al O., en el término de Alcoba de la Torre, aparecen con mayor des-arrollo en las mesetas que se alzan junto al lindero de las provincias de Burgos y de Soria.

La faja que en Fuentearmegil, Fuencaliente y La Hinojosa se apo-ya sobre las calizas cenomanenses de las derivaciones de la sierra de Nafria, está constituida por margas rojizas, gonfolitas y arcillas, tan descompuestas en algunos sitios, que es difícil reconocer la separa-



ción entre estos materiales y los diluviales con que también se hallan en contacto. En Fuencaliente las margas son de estructura cavernosa, con geodas y vetas de caliza espática, como las de La Muela y Rioseco, y en ellas brota la fuente termal que da nombre á la localidad, si bien debe suponérsela originada en las referidas calizas cenomanenses que asoman á muy poca distancia del punto de emergencia del manantial en el camino de Muñecas.

MANCHAS DE LAS CERCANÍAS DE ÁGREDA.—En la parte oriental del término de Ágrede los conglomerados de la base del sistema descansan sobre capas vealdenses, con las que se les ve en contacto en el alto de Las Cabrerías, y ocupan el suelo de los valles de La Nava y de Valverde, que constituyen la zona agrícola más importante de aquella villa. Están formados por cantos rodados de calizas bayocense y cenomanense con otros de arenisca triásica; alternan con arcillas y margas pétreas sabulosas, é inclinan con ligera pendiente hacia el valle del Ebro. Las margas adquieren gran desarrollo en la inmediata comarca de Tarazoná, y en ellas abundan los ejemplares de un *Helix cf. arbustorum*, Lin. Al atravesar la frontera de Aragón y Castilla, el río Queiles y el arroyo de Vozmediano surcaron profundamente los materiales miocenos, y en sus escarpadas márgenes asoman los conglomerados en bancos de dos á cinco metros. Sobre estas hiladas detríticas resalta en la vertiente derecha del valle de La Nava, inmediato al confín de la provincia, el cabezo aislado de Badarrón, constituido por calizas arcillosas.

Apoyadas asimismo sobre areniscas cloriticas vealdenses, en el término de Dévanos, los conglomerados miocenos, reducidos á muy poco espesor, sirven de base á las margas, arcillas y calizas. Las arcillas plásticas, de color rojo, yacen en bancos gruesos por las inmediaciones del pueblo, donde se las utiliza para la fabricación de tejas y baldosas.

Al pie del cerro de San Blas, en las inmediaciones de Ágrede, vuelven á encontrarse los conglomerados, arcillas y areniscas, sobrepuestos al vealdense, en una estrecha faja que se une por L. con la mancha anterior á poca distancia de Dévanos.

Con un espesor de unos 50 metros, otros depósitos de esta misma edad forman á uno y otro lado del barranco de La Laguna de Añavieja varias mesetas apoyadas en las vertientes del Pégado y cerros de San Blas, cortadas en escarpas altas y constituidas por conglomerados de cemento calizo, con guijas de arenisca y de cuarcita, á los que se sobreponen margas y calizas cavernosas, duras y compactas, con geodas pequeñas y vetas cristalinas. Añavieja se halla situado en la margen izquierda del mismo barranco sobre el contacto de los conglomerados miocenos con rocas bayocenses, y en sus inmediaciones al O. del pueblo se intercalan entre las margas algunas capas de arenisca califera, blanca y de grano fino.

### Logroño.

Con un espesor total que oscila alrededor de 500 metros, aparecen en esta provincia las tres divisiones del sistema, hallándose la superior, ó sea de las calizas, mucho menos desarrollada que las otras dos.

Si bien, por regla general, sólo se ven una ó dos de esas divisiones en las diferentes localidades, puntos hay en los cuales puede examinarse la serie completa, como en la villa de Quel, por ejemplo, asentada al pie de altas escarpas de los conglomerados y areniscas de la base. En varios sitios estas escarpas tienen grandes tajos verticales; y como se hallan cruzadas las rocas por grietas profundas, se desgajan enormes peñascos, los cuales, por los agentes atmosféricos, llegan á desprenderse, sepultando entre sus escombros las construcciones, según ha sucedido varias veces en esa villa.

Buzan aquí los bancos 45° al NE.; pero la pendiente disminuye á

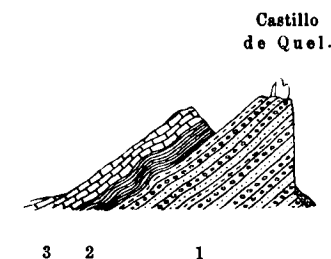


Fig. 54.—Corte por el castillo de Quel, según el Sr. Sánchez.

medida que se superponen los estratos, siendo de 25° á corta distancia al N. de la población. Sobre las areniscas y conglomerados, 1 (fig. 51), se apoyan las arcillas y yesos, 2, y éstos á su vez sirven de asiento á unas calizas, 3, que constituyen un isleo prolongado, comprendido entre Autol y Arnedo. Dichas calizas son algo arcillosas, de color amarillento, compactas ó cavernosas, y contienen señales de fósiles de agua dulce.

TRAMO INFERIOR.—Los conglomerados de la base se presentan en los términos de Villarroya, Turruncún y Préjano en bancos tan dislocados, que si sólo se tuviera en cuenta esta circunstancia y sus caracteres petrográficos para clasificarlos en la serie geológica, habría más fundamento para incluirlos en el terciario inferior; pero si se advierte que estas rocas pasan gradualmente á las areniscas y arcillas que ocupan la parte central del manchón, es lógico suponer que todas se sedimentaron en la misma época, depositándose en el borde del lago mioceno los elementos más voluminosos, y en el centro los de menor tamaño. Las dislocaciones de las capas, aparte de la inclinación natural con que pueden haberse depositado, se explican como consecuencia de su proximidad á la falla que pasa por Arnedillo y Fitero, cuyos efectos continuaron después del mioceno. Los mismos conglomerados en la sierra de Yerga yacen en Villarroya y Turruncún en contacto con el carbonífero, y en bancos verticales y aun invertidos, alineados al NO. La denudación los ha corroido con mucha desigualdad, dejando recortados en niveles de formas irregulares los más compactos, que sobresalen en varias filas paralelas de crestones llamados Los Caballos de Turruncún, donde se hallan formados principalmente por guijos rodados de cuarzo y trozos de hematites procedentes del carbonífero, á los cuales acompañan cantos de caliza oolítica más gruesos, repartidos con irregularidad en la masa de la roca, unidos por cemento calizo.

Desde ese lugar se dirigen los mismos bancos al pie de Peña Isasa, donde se sobreponen al secundario y alternan con areniscas y arcillas verticales, alineadas al NO.; y á medida que se separan de las formaciones más antiguas sobre que se apoyan, se acentúa la pendiente al

NE. y disminuyen los grados de inclinación. En Préjano vuelven á tocar al carbonífero, doblándose en un sinclinal, con buzamiento meridional en la villa y septentrional á corta distancia al S. de la misma.

Junto al túnel de la carretera inmediata á Arnedillo, en contacto con el lias, inclinan al N. estos conglomerados, que son de cantos gruesos de caliza negra, arenisca y cuarzo, cimentados por una pasta margosa. Esta zona de rocas detríticas se extiende por los términos de Autol, Quel, Arnedo, Herce, Santa Eulalia bajera y Santa Eulalia somera; pero los elementos de los conglomerados son más pequeños y predominan las areniscas de grano grueso. Los estratos continúan más suavemente inclinados al NE., y al salir del desfiladero de Arnedillo el río Cidacos penetra en el terciario, y en el espacio comprendido entre Herce y Autol deja á su izquierda elevadas é inaccesibles escarpas de areniscas y conglomerados, en las cuales se ven algunas cuevas naturales y otras muchas abiertas para bodegas, palomares y viviendas. En la margen derecha la pendiente del suelo es suave, prestándose al cultivo agrícola.

El sistema se oculta debajo del diluvial de los términos de Turruncún y Villarroya y el monte de Quel; y al E. de Alfaro constituye una mancha que, penetrando en Navarra por Castejón, forma la orilla derecha del Alhama, en capas horizontales de arcillas y areniscas muy arcillosas, que sobresalen en la llanura de aluviones modernos inmediata á Alfaro. Aldeanueva de Ebro y Rincón de Soto, situados en esta llanura, tienen igualmente inmediatos por el S. los barrancos y ribazos que limitan el mioceno, cuyos estratos, también horizontales y arcillosos, determinan cerros redondos y altozanos de poca elevación, que en algunos sitios tienen mucha semejanza con las arcillas cuaternarias acumuladas á expensas de sus derrubios. Desde Rincón hasta Calahorra siguen en la misma disposición las terciarias, aproximándose cada vez más á la vía férrea, á la cual tocan poco antes de llegar á la segunda población, edificada sobre los aluviones del Cidacos, y á la derecha de éste asoman las capas horizontales de arcillas con lechos delgados de arenisca. Estas últimas ad-

quieran mayor espesor á medida que desde Calahorra se van aproximando á Autol.

Con 50 metros de altura, las escarpas de Arnedo tienen en su base bancos de tres ó cuatro metros de espesor, inclinados 35° al NE., de areniscas friables, con fajas de cantos rodados, alternantes con arcillas, y sobre las cuales descansan los conglomerados que coronan las escarpas. Por detrás de ellas yacen sobrepuestos los yesos con arcillas y margas en capas dislocadas hasta la vertical en algunos puntos. Esta zona yesosa, de dos kilómetros de amplitud, está cruzada por la carretera de Calahorra, y en sus escarpas hay muchas cuevas habitadas por los vecinos de Arnedo y dedicadas á hodegas y palomares. Frente á esta ciudad, á la derecha del Cidacos, las areniscas buzan 10° al N. 20° O., resultando entre ambas orillas una notable disminución de la pendiente de las capas; y siguiendo en dirección á Turruncún, se las ve primero horizontales, más adelante con 4° de inclinación al SO., se ocultan después debajo del diluvial, y reaparecen con fuerte pendiente al NE., según un anticlinal de ángulo muy abierto.

En Herce siguen las rocas detríticas con caracteres semejantes é inclinadas igualmente al NE., y en los inmediatos pueblos de Santa Eulalia bajera y Santa Eulalia somera predominan los conglomerados de cantos gruesos, inclinados sus bancos 40° al N.

Los tres tramos del sistema están bien desarrollados entre los ríos Cidacos é Iregua. A lo largo del desfiladero comprendido entre Torrecilla é Islallana, los conglomerados de la base asoman desgastados por la denudación con formas variadas que simulan los muros de una enorme fortaleza con sus almenas y cubos, y recortados á modo de gigantescos y puntiagudos hitos, con escarpas inaccesibles y tajos muy altos. La roca se compone de cantos de caliza y arenisca poco rodados, cuyo volumen excede á veces de un metro cúbico, y alterna con areniscas y arcillas que, al desagregarse en algunos puntos, dan origen á muchas cuevas. En conjunto, los estratos ofrecen un espesor que pasa de 100 metros; y si bien yacen inclinados con algunos pliegues, no aparecen dislocados hasta la vertical, como los

de Turruncún. En las inmediaciones de Torrecilla se hallan casi horizontales, y desde Viguera con buzamiento muy marcado al N.

Entre Ribafrecha y Jubera se ocultan esas rocas detríticas debajo de las margas y yesos, inclinados al SE. cerca de las Ventas de Ribafrecha, donde se intercala la caliza en capas de 25 centímetros de espesor; y desde las Ventas á Jubera reaparecen las rocas detríticas que se prolongan por la sierra de la Hez hasta unirse á las de Arnedillo.

Naldo se halla situado en la ladera de un elevado cerro de arcillas y areniscas tal vez del tramo medio, dispuestas en capas ligeramente inclinadas al N., y con el mismo rumbo y poca pendiente continúan en Albelda y Alberite. En el borde de la vega del Iregua y en Villamediana yacen casi horizontales, hasta las escarpas del Ebro.

La parte baja del valle del Iregua es un país ancho y despejado, con lomas achatadas del tramo medio hasta Islallana; pero entre este pueblo y Panzares asoman los conglomerados, y con éstos se hace cada vez más angosto el valle, hasta transformarse en un profundo desfiladero abierto entre elevados peñascos.

Entre el puerto del Serradero y Pedroso se sobreponen los mismos al liásico en bancos horizontales formados por cantos rodados de arenisca vealdense, pudinga, caliza y algunos de olita, recortándose en algunos puntos en agujas y conos muy agudos, como se indica en la figura 52, según el Sr. Sánchez.

Pasado el río Najerilla, la estrecha faja vealdense de Anguiano penetra á corta distancia de este pueblo en los conglomerados terciarios, en bancos gruesos cortados en tajos casi verticales. Entre sus cantos, que son de gran volumen, predomina la caliza negra liásica, sin que falten otros de pudinga y de arenisca, y van disminuyendo de tamaño á medida que se alejan del borde del lago terciario.

Por la izquierda del Najerilla hasta Baños de Río Tobía, yacen horizontales ó poco inclinados los bancos de conglomerado que pasan á las areniscas por la gradual disminución del tamaño de sus

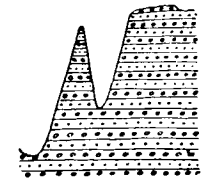


Fig. 52.

elementos, los cuales, en el borde de la cuenca, cerca de Anguiano, son gruesos y de diversa naturaleza, predominando los de caliza negra. En el puente de Bobadilla, los cantos son más pequeños y constituyen una roca poligénica, formada de fragmentos de cuarzo, cuarcita, arenisca, filadio y caliza, reunidos por un cemento calizo. Se prolongan los mismos bancos al S. de San Millán de la Cogulla, reduciéndose hasta 200 metros la amplitud de la zona de elementos voluminosos, y continúan más al O. en posición poco inclinada ú horizontal, con caracteres petrográficos semejantes. A un quilómetro al N. de Ezcaray se halla su línea de contacto con el secundario, y se extienden hasta los términos de Santurdejo y de Almunarcia, donde se ocultan bajo el diluvial.

La orilla izquierda del Najerilla, desde Baños para abajo, está limitada por escarpas de areniscas y arcillas, en muchos puntos inaccesibles, y en los cuales se han labrado cuevas que se utilizan para diversos objetos. Entre Bobadilla y Nájera, las areniscas de grano grueso con tránsito á conglomerados, están constituidas por trozos de cuarzo y de pizarra de diversos tamaños, con cemento margoso y ferruginoso, hojillas de mica y vetas de yeso fibroso, en algunos puntos, como en el denominado «El Paso Malo.»

Las areniscas del cerro del castillo de Nájera son de grano algo más fino, y en forma análoga continúan hasta la confluencia del Najerilla con el Ebro, aumentando la finura de su grano y siendo cada vez más abundantes las arcillas.

A la salida de Nájera para Santo Domingo de la Calzada, las areniscas que asoman junto á la carretera buzan 7° al N. 15° E., y á corta distancia se las ve cruzadas en diversos sentidos por vetas de yeso blanco fibroso, hasta ocultarse debajo de los aluviones del Oja, cerca del segundo pueblo.

Entre Nájera y Azofra constituyen capas de más de un metro de espesor los conglomerados formados por granos de cuarzo, de arenisca roja y trozos de filadio conglutinados por una pasta arcillosa califera, y las areniscas de composición semejante, con hojuelas de mica y algo de yeso.

TRAMO MEDIO. —Entre Calahorra y Logroño, después de atravesar los aluviones del Cidacos en un espacio de tres quilómetros, sigue la vía férrea bajo las escarpas terciarias de la derecha del Ebro, y cruza además varias zonas de aluvi6n, entre ellas las de los ríos Leza é Iregua. Asoman en Murillo de Calahorra las arcillas y areniscas en lechos muy delgados y horizontales, que en la estación de Lodosa son de color rojo y gris alternantes, y á cinco quilómetros más allá empieza el horizonte de los yesos, con ligeras ondulaciones. Pasado Alcanadre, se intercalan en éstos últimos varios criaderos de sales s6dicas, encajando éstas y aquéllos en las arcillas y margas.

Los cerros terciarios de la ribera del Ebro comprendidos entre los aluviones del Leza y del Iregua, se componen de capas horizontales de arcillas fajeadas rojas y grises, con algunas areniscas deleznable rojizas, que se extienden entre Logroño é Islallana, junto á los aluviones del Iregua.

Probablemente pertenecen también á este tramo las areniscas y arcillas en que están edificados Mesanco y Torrecilla de Mesanco; las que en las inmediaciones de Cirueña contienen capas de yeso, algunas de un metro de espesor, y que se quedan ocultas bajo los mantos diluviales entre ese pueblo y Santurdejo; las repetidas veces alternantes de Ledesma y Camprovín; las que comienzan á cuatro quilómetros de Logroño, siguiendo la carretera de Nájera, pasados los aluviones del Iregua; las del cerro en que se halla Navarrete, rodeado de masas cuaternarias; las que asoman entre aluviones desde Alesén á Nájera; las del cerro de la Coronilla, cerca de Logroño; las que corta la vía férrea entre el Iregua y el Najerilla, y en las cercanías de Fuenmayor, en anchos espacios cubiertas por masas aluviales. A 10 quilómetros de este pueblo se hacen muy rojizas, y por la intercalaci6n de fajas arcillosas de otros colores, adquiere el terreno un aspecto abigarrado. En casi todas las localidades mencionadas son frecuentes las vetillas de yeso en las caras de junta de los estratos ó atravesando á éstos en distintas direcciones. A veces los bancos de las areniscas pasan de un metro de espesor; pero en general se reducen á gruesos de 15 á 30 centímetros.

Desde el Najerilla al Oja, y en los términos de Briones y Haro, se extienden, próximamente horizontales, las areniscas arcillosas de grano fino y color amarillento, y las arcillas, también amarillentas ó rojizas, con granillos de sílice. Ambas rocas, en capas horizontales, llenan el resto del espacio comprendido entre el Oja y el límite con la provincia de Burgos, á excepción de una zona correspondiente á los términos de Tormantos y Leiba, junto al río Tirón, en la cual se encuentran con gran desarrollo los yesos y margas. Las areniscas y arcillas están cortadas en escarpas poco altas á la izquierda del Oja, y cerca de Villalobar, rodeado por los aluviones del río, sobresale un altozano constituido por las mismas rocas.

Tormantos, Leiba y Velasco se hallan en una pequeña vega de aluviones del Tirón, comprendida entre cerros miocenos constituidos por capas horizontales de areniscas, margas y yesos; en Herramélluri, Ochánduri y Cuzcurrita dominan las arcillas y areniscas amarillentas, las cuales terminan en Tirgo, Cihuri, Angunciana y Haro, hasta los cuales alcanza la extensa llanura de aluviones del Oja en su confluencia con el Tirón.

Las areniscas y arcillas cubren igualmente la mayor parte del espacio comprendido entre el Tirón y los montes Obarenes, que limitan la cuenca miocena por su parte N. En los términos de Villalba de Rioja, Galbárruli, Cellorigo y Foncea, las areniscas, que son de grano grueso, yacen en capas onduladas ó ligeramente inclinadas al S.

En su contacto con las calizas de «Las Conchas de Haro,» las areniscas se doblan en un anticlinal, visible en la izquierda del río que corresponde á la provincia de Álava. Son de grano grueso y color amarillento, están formadas por granos de cuarzo hialino y laminitas de mica, cimentados por una pasta margosa, y entre ellas se intercalan otras de grano finísimo.

Las areniscas inmediatas á los montes Obarenes y la sierra de Toloño ofrecen caracteres algo diferentes de las del resto de la Rioja castellana, pues son de color amarillento más claro y más desmoranadizas; y tales diferencias dependen de la distinta composición petrográfica de las rocas más antiguas de cuyos derrubios proceden.

En la corta extensión que abarca la provincia en la izquierda del Ebro frente á la capital, las areniscas y arcillas en capas horizontales están cortadas en varias escarpas, la más importante de las cuales es la del cerro de Cantabria, donde se muestran en fajas rojizas y agrisadas con una pequeña curvatura en su parte media, y cubiertas por arcillas y conglomerados cuaternarios.

A excepción de las cumbres de la sierra de Toloño, la pequeña porción de la provincia situada á la izquierda del Ebro, en la cual se hallan los pueblos de San Vicente, Abalos, Ribas y Peciña, está formada por las areniscas y arcillas probablemente del tramo medio; y frente á San Vicente de la Sonsierra, de Navarra, el Ebro corre muy encauzado entre iguales rocas en capas horizontales de 50 centímetros de grueso, que continúan hasta la aldea de Ribas.

TRAMO SUPERIOR.—Este tramo, que tiene considerable desarrollo en otras provincias limítrofes, apenas se muestra en la de Logroño, ó por haber sido casi del todo derrubiado, ó por haber quedado emergido del lago del Ebro casi toda la Rioja, antes de haber terminado la sedimentación de los estratos miocenos en comarcas más bajas.

Las arcillas y margas yesíferas de los cerros que rodean á Alcanadre se hallan cubiertas por calizas en lechos delgados, que se doblan en varios pliegues, buzando al S. al pie de la villa y presentándose al N. de ésta casi horizontales. Estas calizas se extienden hasta San Martín de Berberana y Mesejo, en retazos aislados coronando los cerros; y al S. de los criaderos de sulfato de sosa ocupan la llanura denominada La Mesa, de unos cuatro kilómetros cuadrados, encontrándose también calizas en la Cadena de la Horquilla y en las cercanías de Ausejo.

Debajo de una masa diluvial, entre Santurdejo y Cirueña, asoma una mancha pequeña de caliza que debe ser miocena.

### Álava.

Poco desarrollo tiene en esta provincia el sistema, pues se reduce á una pequeña fracción comprendida en la Rioja alavesa entre la sierra cretácea de Toloño y el Ebro, y compuesta exclusivamente de areniscas calíferas de variable consistencia, desde los maciños duros, de que se sacan buenos sillares para la construcción, hasta las molasas más blandas y desmoronadizas. Faltan los conglomerados de la base, las margas yesosas que tanto abundan en otras provincias de la cuenca y las capas calizas del tramo superior.

Los bancos de esas areniscas yacen casi horizontales, recortados en colinas poco elevadas, entre las cuales descuella la meseta en que está edificada la villa de La Guardia. Mas en su contacto con las calizas cretáceas de la sierra de Toloño aquéllos presentan algunas inflexiones, principalmente en el desfiladero de Las Conchas de Haro. Aquí las calizas cretáceas buzan al N. como si se plegasen sobre el mioceno; y sobre la derecha del Ebro, perteneciente á la provincia de Logroño, se ve bien marcada la discordancia de ambos sistemas. El contacto de uno y otro sigue una línea recta, alineada de E. á O. por las primeras estribaciones meridionales de la sierra de Toloño; pero al N. de Labastida la roca terciaria rebasa las cumbres y penetra hasta su vertiente septentrional, con los estratos siempre horizontales, por cuya circunstancia se reconoce que el espesor de la formación se eleva hasta 400 metros sobre el nivel del Ebro.

Cosa parecida ocurre más al O., cerca de los pueblos llamados La Aldea y La Población (Navarra), donde la molasa se muestra entre dos picos de la sierra cretácea, con grandes altitudes, y se extiende por la opuesta vertiente.

Entre los puntos en que las rocas miocenas, en capas horizontales, presentan sobre el Ebro tajos verticales de bastante elevación, merecen citarse en la orilla alavesa los que median entre Baños y

El Ciego. Aquí, como en las demás partes de la provincia, las molasas carecen de fósiles, por lo cual no es fácil fijar con entera precisión su lugar en la escala estratigráfica.

### Navarra.

En Navarra, como en otras provincias de la cuenca, forma el mioceno un suelo de triste y monótono aspecto, generalmente extendido en irregulares y secas llanuras, sobre las cuales, sin alineación determinada, se alzan cerros, lomas, muelas y cabezos sombríos. Molasas y margas sabulosas, con algunas arcillas, alternan repetidas veces, intercalándose varias fajas delgadas de caliza arcillosa, arcillo-carbonosa ó síliceo-arcillosa, gris, negruzca ó blanquecina, de fractura concoidea, con *lymnaeas*, paludinas, *helix*, *planorbis* y algunos huesos indeterminables, según se observa entre Tobres y Viana, y entre Larraga y Berbinzana, donde la roca es agrisada, ya cavernosa, ya semi-compacta.

Oco está edificado sobre unos bancos aislados de caliza compacta, concoidea, algo cavernosa, con geodas cristalinas de caliza espática, suavemente inclinados al NE., en los cuales se encierran moldes de *helix* y *planorbis*. Los mismos bancos se prolongan más al N. hasta el quilómetro 10 de la carretera de Estella á Vitoria, entre Murieta y Zufia, donde inclinan 24° al O.

Difícil es deslindar el mioceno del eoceno lacustre, ú oligoceno, en los límites de ambas formaciones, donde precisamente faltan los conglomerados, las margas se hacen menos abigarradas, y los maciños pasan á las molasas más modernas de un modo insensible. En tal caso se hallan los maciños y las margas sabulosas, pardas, grises y amarillentas que hay entre Puente y Estella, donde se interponen varias fajas yesosas. El quilómetro 28 de esta carretera corta una faja que descende hacia el río desde el alto de Santa Bárbara (unos 200 metros sobre el Puente), compuesta de arcillas muy sabulosas, rojas, cruzadas en todos sentidos por vetas, venillas y hebras de yeso blanco.

Algunas de estas fajas, junto á Mañeru, tienen el aspecto de una pudinga de cantos menudos, blanquecinos, unidos por un cemento color de ladrillo obscuro; y entre Mañeru y Cirauqui hace contraste entre las margas rojizas una fajita de yeso blanco, espático y sacarino á la vez. Pasado el segundo pueblo, las molasas muy tiernas con fucoides y las margas muy sabulosas rojizas, levantadas por el yeso, inclinan hasta 65° O. Un quilómetro más adelante se encuentra otra faja yesosa, inclinada al NE., entre margas abigarradas que se desarrollan en las faldas de los montes Chapardía y Zurundiain; y poco antes de llegar al quilómetro 55, capas de calizas negro-azuladas se intercalan en lechos muy delgados entre los yesos blanquecinos y de colores, formando una especie de brecha en torno de Lorca, junto á un isleo ofítico.

Estas capas de molasas y margas rojas forman un golfo al NE., presentándose con los yesos en la planicie de Abarzuza, que llega hasta Iruñeta y Arcona y pasa por Riezu, entre Arguiñano é Irujo. Antes de llegar á Muez se trastornan las capas, aumentan las pudingas alternantes con margas gris-amarillentas y gris-azuladas, y con buzamiento predominante meridional siguen por Muez hasta un quilómetro al S. de Salinas.

Es lo más frecuente que los estratos miocenos yazgan horizontales, y puede asegurarse que en los sitios donde alguna inclinación pueda observarse, se hallan próximas algunas fajas yesosas, cuya enumeración y deslinda nos excusarán de repetir direcciones é inclinaciones de las molasas y margas que sobre ellas se ajustan. Suelo casi del todo estéril ofrecen esas fajas, que contrastan por su desnudez con los viñedos, olivares y campos de cereales extendidos en las multiplicadas depresiones de esta formación.

Una de las fajas yesosas más dignas de examen es la de Aguilar. Cuatro quilómetros antes de llegar á este pueblo, desde Aras, se alzan los bancos con inclinación SE. gradualmente creciente, desde las cimas hasta el fondo del valle, ocupado por yesos blancos, sacarinos, espáticos y cristalinos, que produjeron una rotura perpendicular á la dirección O. 25° N. de los estratos. Estos inclinan al N.NE. en

Aguilar, y de nuevo vuelven á plegarse al pie de la sierra de Codes.

La faja yesosa de Las Bârdenas se prolonga al NO. pasada la confluencia del Aragón y el Arga, sobre cuya derecha se alza en lomas blanquecinas y estériles entre Fálces y Peralta, dejando intermedios en las llanuras algunos pequeños asomos entre el cuaternario. Continúa por Andosilla y Cárcar, y se extiende por el árido y solitario llano de Nodeto hasta Lodosa. Entre este punto y Allo se elevan los estratos yesíferos en grandes lomas por el seco territorio de Sesma.

Anejas á la gran mancha yesosa de Las Bârdenas existen otras varias, una de ellas entre Puente y Cirauqui. El yeso con frecuencia tiene el aspecto de una pudinga de cantos menudos blanquecinos, unidos por un cemento de color de ladrillo obscuro, en capas alineadas al SE. á dos quilómetros de Puente, en dirección á Mendigorria, donde las molasas inclinan fuertemente al S.SO., suavizándose el buzamiento en la bajada al Puente, siguiendo el camino de Lárraga. Entre este pueblo y Berbinzana se halla otra faja yesosa, que retorció los estratos en numerosos pliegues, y que en sentido longitudinal se prolonga hacia Tafalla por los altos de Val de Ferrer y el campo de la Laguna, donde las capas inclinan de 10 á 15° NE. La carretera sigue por una cañada seca y árida, sin más vegetación que algunos tomillos y otros arbustos raquíticos, cubiertos de polvo la mayor parte del año.

### Zaragoza.

La casi totalidad del mioceno de esta provincia es de origen lacustre, y su composición es idéntica á la que ofrece el sistema en las demás de la cuenca, presentándose los tres tramos muy desarrollados en extensión.

GRAN MANCHA PRINCIPAL.—De la parte de esta mancha que queda á la izquierda del Ebro, sólo tenemos algunos datos incompletos y dispersos, hace tiempo recogidos por Donayre <sup>(1)</sup>.

(1) *Descr. fis. y geol. de la prov. de Zaragoza*, pág. 90.

Probablemente más bien que miocenos son oligocenos los conglomerados considerados como la base de la formación, y que apoyados sobre el eoceno, cerca del extremo septentrional de la provincia, cruzan desde Gallipienzo (Navarra) hasta Riglos (Huesca) con un espesor que en Biel hace subir Donayre hasta 300 metros. Estos conglomerados son de composición muy compleja, formados de cantos de cuarzo, caliza, arenisca, piedra lidea, etc., de tamaños muy diversos, algunos sumamente voluminosos. Sus bancos son de mucho espesor, inclinan  $11^\circ$  en Biel y en diversos puntos se levantan hasta los  $75^\circ$ , con buzamientos ya al N., ya al S.

Con ellos se asocian unas areniscas arcillosas pardas ó pardo-rojizas que se extienden entre Biel y Luesia, y que prolongados entre este último y Erla, se hacen más deleznales y calíferos. En la Peña del Infierno de dicho término de Biel hay otros bancos de areniscas amarillentas, en lechos de poco espesor, alternantes con calizas, lo cual hace dudar acerca de su exacta clasificación. En dirección á Las Pedrosas se hacen unas arcillosas, y entre Casteliscar y Sos son de grano más fino.

Ciertas variaciones petrológicas se han observado en dichas calizas, principalmente entre Biel y Luesia, donde las hay arcillosas, parduzcas y deleznales en bancos muy gruesos; otras muy compactas de grano fino, y otras muy tenaces y tabulares, como las del paraje nombrado Paniagua del primer término citado.

A la izquierda del Ebro, sobre las areniscas grises de grano fino en las que arma el criadero de sal gemma de Remolinos, se extienden en capas delgadas otras amarillentas, alternantes con margas yesíferas.

Gracias á los datos recogidos y minuciosamente expuestos por el Sr. Palacios <sup>(1)</sup>, se conoce mejor la composición de la gran mancha miocena del Ebro en la parte que queda sobre su derecha en territorio aragonés.

(1) *Reseña geológica de la región meridional de la provincia de Zaragoza. Bol. Mapa geol. de España, tomo XIX, pág. 92.*

Las tres zonas del mioceno tienen gran desarrollo desde el pie oriental del Moncayo hasta las riberas del Ebro. El río Queiles, después de salir de Castilla, abrió su profundo cauce en los conglomerados de la base, casi siempre horizontales, alternantes repetidamente con las areniscas arcillosas y margas rojo amarillentas, en los términos de Torrellas y Los Fayos. Están compuestos de cantos de caliza oscura, arenisca y cuarcita, procedentes de las capas vealdenses, jurásicas, triásicas y silurianas del Moncayo, unidos por un cemento margoso; y la uniforme composición petrográfica de aquel suelo se revela en su aspecto monótono y en su configuración topográfica, que es una agrupación de montecillos redondos, faltos de vegetación y separados por algunas vegas y cañadas relativamente fértiles.

Tarazona está situada en la ladera meridional de un escarpado cerro formado por los mismos conglomerados de cantos gruesos, alternantes con margas pétreas sabulosas, en las cuales suele encontrarse un *Helix* parecido al *H. arbustorum*, Lin. En los tajos de la Rabosera esta especie es tan abundante, que resaltan sus ejemplares, dando á la roca el aspecto de una pared guarnecida de clavos.

Encima de los conglomerados yacen en Santa Cruz de Moncayo gruesas hiladas de margas y tierras arcillosas rojizas asociadas con maciños, descansando á su vez sobre ellas, en la subida á los Hanos de San Martín, las calizas superiores, blanquecinas, arcillosas, con muchas señales de *Helix* y otros gasterópodos.

En las lomas que se alzan entre Tarazona y Vera de Moncayo, se encuentran los dos tramos medio y superior de la formación, ó sean las margas blanquecinas ó amarillentas, alternadas con capas de yeso, y las calizas sabulosas y de estructura concrecionada, sumando un espesor de más de 40 metros. En el contacto de ambas, asoman en las inmediaciones de Grisel unas capas delgadas de tierra carbonosa con indicaciones de lignito y lechos de caliza dura y silicea, y los yesos asociados á las margas muestran á veces curiosos pliegues y torceduras de poco alcance.

Junto á Trasmoz, los conglomerados de guijo menudo, con ci-



mento margoso bastante coherente, forman bancos de poco espesor, sobrepuestos horizontalmente á las calizas jurásicas.

Al NO. de Borja, que se halla edificada sobre margas blancas yesíferas, se elevan mesetas y serrijones donde las rocas del tramo superior, muy variadas en sus caracteres, alcanzan una altura de más de 50 metros. Junto al santuario de la Misericordia y sitio llamado Moncín, yacen en la misma zona unos bancos gruesos de caliza con impresiones de hojas y tallos de vegetales que, aparte de la estructura general más compacta y de la mayor dureza de la roca, dan á ésta cierta semejanza con las tobas recientes.

En las inmediaciones de Borja y de Tarazona suelen encontrarse, diseminadas entre las margas blancas yesíferas, masas aisladas de pedernal, algunas bastante grandes para haberse intentado labrar con ellas piedras de molino.

Desde Borja hasta la vega del Jalón media una extensa planicie cortada por lomas y altozanos en cuyas rápidas laderas alternan horizontales las margas y yesos, con tierras rojizas y areniscas arcillosas. Con frecuencia las margas son salíferas y suelen contener sulfato magnésico, y en las inmediaciones de Bureta yacen envueltas en ellas algunas masas de yeso alabastrites.

Las margas yesíferas de la zona media se extienden ampliamente por las lomas y mesetas que se elevan á la derecha del Jalón, frente á los llanos de Plasencia, si bien los hondos y cañadas que surcan el terreno descubren debajo de ellas las tierras sabulosas rojo-amarillentas y las areniscas y gonfolitas.

Épila se halla situada sobre la margen derecha del Jalón, en la falda de un cerro formado por las margas, alternantes repetidamente con capas delgadas de yeso y de caliza arcillosa. Una mitad próximamente de su vecindario habita en cuevas abiertas en estos materiales, y lo mismo sucede en el inmediato pueblo de Salillas.

La zona inferior ó de los conglomerados ocupa superficies de alguna importancia, al SO. de Borja, en su contacto con las rocas secundarias y paleozóicas del grupo montañoso de Tabuena. Entre Ainzón y Ambel los conglomerados son de pasta de arenisca, y con-

tienen cantos rodados de caliza, de cuarzo y cuarcita, formando gruesos bancos que alternan con margas gris-amarillentas. Junto á Huechaseca están compuestos de cantos pequeños angulosos, casi todos silíceos, unidos por un cemento margoso ocráceo; y á ellos se sobreponen en el término de Fuendejalón las margas yesíferas, blancas y rojizas y las calizas del tramo superior, unas arcillosas y blandas, otras duras y compactas, con restos de gasterópodos pequeños.

Entre Rueda y Épila, á dos kilómetros á P. del ferrocarril de Zaragoza, dichas calizas se desarrollan en grandes bancos que desde hace tiempo se explotan en varias canteras.

Los conglomerados brechiformes de Riela y Fuendejalón están compuestos de trozos de areniscas y calizas triásicas y jurásicas, cuarzo blanco y rojizo, pirita de hierro, hierro oxidado é hidroxidado y cemento calizo róseo, variando el tamaño de aquéllos según las capas, pues en las inferiores hay algunos de más de 100 centímetros cúbicos, y en las superiores los granos son sumamente finos y muy variados en su textura.

Entre estas brechas de la base del sistema, es notable la que se encuentra en el Arañal de Riela y al O. de Calatorao, cerca de las trincheras del ferrocarril, que es rojiza, y en su masa encierra fragmentos angulares de caliza jurásica de diferentes tamaños, constituyendo después de pulimentada un hermoso mármol.

A lo largo de la línea que limita por el S. la mancha central, tocan las formaciones más antiguas los conglomerados inferiores miocenos; pero en ninguna otra parte de la provincia, á excepción de la cuenca del Queiles, se ofrecen con tanto desarrollo como entre Moneva y Samper del Salz. El río Aguas corre encauzado dentro de una profunda quiebra, cuyas escarpadas márgenes descubren espesores hasta de 80 metros en tales conglomerados, compuestos por cantos rodados de caliza liásica con otros silíceos, y en bancos de grueso variable, sensiblemente horizontales, alternantes con arcillas, margas sabulosas rojizas y areniscas calíferas. En las inmediaciones de Moneva los cantos del conglomerado alcanzan hasta dos decímetros cúbicos.

bicos; pero á medida que se desciende hacia Samper disminuye su tamaño, adquiriendo mayor desarrollo las areniscas y margas.

Al N. de Samper, y en gran parte de los términos de Lagata y Letux, dominan las margas de color claro, asociadas con calizas arcillosas y abundantes en yeso, asomando bajo de ellas, en las vegas y cañadas, areniscas y conglomerados con cemento calífero.

Vuelven á encontrarse los conglomerados de la base á uno y otro lado del serrijón liásico que se interpone entre Almonacid y Belchite, apoyados horizontalmente sobre las calizas de esa última edad, ó sobre las capas oligocenas que asoman en el contacto de estas últimas.

Los conglomerados con cemento margoso en bancos de 1 á 1,50 metros de espesor, coronan la meseta en cuya falda septentrional se halla situado Almonacid; y desde allí se prolongan hacia el S. y el O., ocultándose á poca distancia bajo las margas de la zona media, las cuales, alternando repetidamente con yesos y calizas arcillosas, sobresalen en las lomas de Azuara y de Letux.

Belchite está edificado sobre los conglomerados y areniscas, con intercalaciones de gredas y margas rojas, con un espesor de 60 metros; y á dos kilómetros al SO. de la población, junto á la ermita del Pueyo, las arcillas, asociadas á las areniscas, forman gruesas hileras, sobreponiéndose á éstas las calizas bastas y arcillosas en una meseta de cuatro hectáreas de superficie. Entre Belchite y Lécera, las calizas de la zona superior yacen en las cimas de algunos otros constituidos esencialmente por margas yesosas, hasta los confines de Teruel.

Desde Belchite hasta el Ebro se cruzan lomas y mesetas, casi todas de igual altura, constituidas por capas delgadas y alternantes de yeso y de margas terrosas blancas, repetidas con monótona regularidad y sin otra variante que la intercalación de alguna caliza arcillosa, en un espesor de más de 80 metros y en una superficie de muchos kilómetros cuadrados, por una de las comarcas más áridas, incultas y despobladas de Aragón. Grandes extensiones pueden recorrerse en ella sin que el más insignificante albergue ni la más li-

gera huella del arado denuncien la presencia del hombre; la vegetación arbórea falta por completo en aquel suelo blanquecino, en que sólo crecen algunos romeros con raquíticas y diseminadas matas de esparto y de tomillo. Únicamente en los muy contados sitios donde hay un poco de agua, se ven algunas veguillas. Las capas yesosas sólo en espacios muy reducidos toman inclinaciones bien perceptibles, como en la bajada á El Burgo de Ebro, viniendo desde Mediana, donde ofrecen pendientes hasta de 50° con buzamiento septentrional y con algunos pliegues de escasa amplitud. En las inmediaciones de este último pueblo, las margas son salíferas y suelen cargarse de sulfatos sódico y magnésico.

Por la parte oriental de la provincia se extienden también las calizas con limneas (*L. ventricosa?*), planorbis (*P. crassus?*) y paludinas, que abundan en las inmediaciones de Fayón, en el sitio llamado Plano del Pilón, cerca de Caspe, en Mequinenza, etc. Unas son gris amarillentas, otras negruzcas y fétidas, otras medianamente hidráulicas. En la última localidad sirven de caja á algunos lechos de lignito, y alternan con areniscas y margas.

FAJA EN LA CUENCA DEL ISUELA.—El camino de Tierga á Tabuena atraviesa en su mayor anchura la faja que se extiende á lo largo de la vertiente izquierda de este río, y en la cual los sedimentos miocenos suman un espesor de 180 metros. A tres kilómetros de Tierga se apoyan sobre las carniolas cavernosas del trias los conglomerados de la base del mioceno, compuestos de cantos menudos de caliza y arenisca, con cemento margoso, y en bancos delgados, alternantes con areniscas arcillosas y margas rojo-amarillentas. En el contacto con las carniolas inclinan 45° al NE., y más adelante yacen sobre ellos las margas blancas deleznales, á las que suceden calizas arcillosas y compactas con *Planorbis* en una meseta de 10 hectáreas, llamada Campo-Arañes. Por el lado septentrional de la faja vuelven á asomar los conglomerados inferiores con los mismos caracteres, estratificados horizontalmente y sobrepuestos al jurásico, como se ve también entre Tabuena y Calcena, en el paraje llamado Val-deserrano, donde las margas adquieren mayor desarrollo, habien-

do desaparecido casi totalmente con los derrubios las calizas superiores.

**FAJA DE CALATAYUD Y PARACUELOS DE JILOCA.**—La composición del mioceno en la faja que se extiende transversalmente al Jalón, desde Malanquilla hasta la provincia de Teruel, es idéntica á la del gran manchón del valle del Ebro.

Las hiladas de la zona inferior se extienden por el extremo NO. en los términos de Villarroya, Cervera y Aniñón, representadas por los conglomerados silíceos, en bancos horizontales, á que acompañan otros de arcillas y margas rojo-amarillentas. Sobre éstas se desarrollan los estratos de la sierra de Almantes, en que se suceden con repetidas alternaciones areniscas arcillosas, gonfolitas y margas rojizas, señalándose la distinta consistencia de estas rocas en bandas salientes, á modo de adarajas y cornisas, por las escarpadas laderas de aquella.

En Moros dominan las margas sabulosas amarillentas, con algunos bancos discontinuos de gonfolitas y de areniscas arcillosas.

Las margas y yesos, en capas delgadas alternantes, adquieren gran desarrollo junto á Calatayud, donde forman en el remate oriental de la sierra de Almantes cerrejonos y alturas escarpadas de más de 80 metros, entre Terrer y la aldea de Huérmeda, dominando la margen izquierda del Jalón. En muchos sitios las margas están muy cargadas de sulfatos sódico y magnésico, que se manifiestan en blancas efflorescencias sobre el suelo.

En las cercanías de Calatayud próximas á la ermita del Santo Cristo de Ribota, en bancos de medio á un metro de grueso, termina el sistema con unas calizas blancas y blanco-perladas, de muy fácil labra, y algunas tan compactas, que sirven para trabajos de escultura. En general, son sabulosas y porosas y también las hay dolomíticas.

Cerca de Miedes abundan las paludinas en unas calizas margosas, grises y deleznales; y en el barranco Vallés, próximo á Maluenda, contienen muchos planorbis y otros fósiles las de color amarillento rojizo.

Siguiendo la prolongación de la misma faja por la derecha del Jalón, vuelven á encontrarse las margas con yeso en la doble fila de cerros que encauzan la vega del Jiloca, desde la desembocadura de este rio hasta cerca de Villafeliche. En Paracuellos, los yesos yacen como en Calatayud, estratificados en capas delgadas y acompañados de sulfato magnésico. Los manantiales sulfurosos de esa localidad contienen, á más del sulfido-hídrico, su principal elemento mineralizador, una porción considerable de dicha sal.

Debajo de la zona margosa se descubren en distintos parajes de la misma cuenca los conglomerados de la base, que en Morata están compuestos por cantos silíceos, poco abundantes, con cemento sabuloso, ofreciendo tránsitos á areniscas y alternando con margas pardo-amarillentas. En Villafeliche están formados de guijarros y cantos poco rodados de cuarzo, unidos por una pasta margosa muy consistente; se asocian con tierras de rojos intensos, y muestran una ligera inclinación al NE.

Entre Villafeliche y Aneuto los estratos sobresalen en mesetas y cerros de cumbres planas, con altura uniforme, en cuyas rápidas laderas asoman constantemente las margas yesíferas blancas con bandas rojizas; y en su parte alta yacen cortadas con escarpadas cornisas las calizas superiores, en que se ven restos de *Helix*, *Planorbis*, *Lymnaea*, etc. Los conglomerados y areniscas de la base quedan al descubierto, aunque en espacios muy reducidos, al N. de Daroca, por derrubio de la faja diluvial que se extiende en aquella parte, ocultando el contacto del mioceno y del cambriano.

Según un corte trazado por el Sr. Dereims á través de Villafeliche <sup>(1)</sup>, sobre las cuarcitas cambrianas de las márgenes del Jiloca, inclinadas 40° al O., se suceden los cuatro niveles siguientes miocenos, con buzamiento opuesto:

- 1.—Conglomerados y arenas, visibles con 50 metros de grueso, intercalándose en la parte superior hiladas margosas.
- 2.—Margas rojas, con frecuencia muy arcillosas, con algunos le-

(1) *Recherches géol. dans le Sud de l'Aragon*, pág. 181.

chos de arena. En la parte superior se hacen yesíferas, sobre todo en las cercanías de Daroca = 60 metros.

3.—Arenisca calcarífera, con margas blancas y rojas y caliza margosa, que suman 50 metros de grueso. En la parte superior, por las cercanías de Daroca y Villafeliche, estas margas contienen *Planorbis Mantelli* é *Hydrobia ventrosa*, que caracterizan el mioceno superior.

4.—Calizas y areniscas calcaríferas sin fósiles, que se extienden por las cuevas de la comarca.

MANCHÓN DEL SO.—En la Serratilla de Alhama se apoyan sobre las calizas cretáceas los conglomerados de la base, levantados con gran inclinación al SO., menos pronunciada, sin embargo, que la de las capas cretáceas, con las cuales se hallan discordantes en dirección. La misma disposición relativa conservan las rocas de ambos sistemas á la derecha del Jalón hasta cerca de Ibdes. Tales conglomerados están compuestos de cantos de caliza cretácea, de tamaño variable, y otros más pequeños de cuarzo, cimentados por una pasta margo-sabulosa, que se hace esencialmente calcárea en las termas de San Roque, en bancos de gran espesor, alternantes con arcillas y margas rojas.

Siguiendo agua arriba el curso del Henar, desde su salida á la vega del Jalón, sobre las calizas cretáceas de la izquierda del río se apoyan, á los cuatro kilómetros al NO. de Alhama, las margas rojizas sabulosas de la zona media, y más adelante las calizas superiores del sistema, con buzamientos muy pronunciados al SO. Embid de Ariza se halla situado en un profundo desfiladero abierto por el Henar en las mismas calizas que allí están verticales, y en sus inmediaciones sobresalen sus bancos en crestones caprichosamente recortados.

A dos kilómetros al NO. de Embid, junto al confin de Castilla, se intercalan entre las calizas unas margas oscuras que sirven de caja á dos criaderos de lignito de poca importancia, continuación de los de Cihuela, y donde se descubrieron restos de vertebrados, entre ellos un cráneo de *Cervus*. Las margas y calizas adyacentes al com-

bustible son también muy fosilíferas, y en ellas abundan los moldes de *Helix*, *Planorbis*, *Lymneas*, etc.

En este paraje, en Alhama é Ibdes, la dislocación de las capas sólo se hace perceptible en la proximidad de las cretáceas, pues á cierta distancia de su contacto van perdiendo de inclinación hasta quedar horizontales.

Los términos de Ariza y Contamina, fuera de la vega del Jalón, están constituidos por margas sabulosas rojo-amarillentas, arcillas y capas discontinuas de areniscas y gonfolitas. Las arcillas adquieren considerable desarrollo en las cercanías de Ariza, donde se las explota en gran escala para la fabricación de baldosines.

Frente á Jaraba, en la margen derecha del Mesa, los conglomerados de la base yacen en contacto anormal con las calizas cretáceas, formados por cantos de estas mismas calizas y otros más menudos de cuarcitas, unidos por un cemento margo-sabuloso, con tránsitos á areniscas. Sus bancos, de gran espesor, muy consistentes y horizontales, alternan con gredas y margas rojizas, cada vez más repetidas estas alternaciones hacia los niveles superiores de la misma zona. Junto al balneario, los conglomerados se alzan sobre la margen del río en tajadas escarpas, y en ciertos sitios adquieren una estructura cavernosa, mostrando en la superficie numerosas chorreras de una materia negra bituminosa, que se reblandece y arde á temperatura elevada, despidiendo un olor parecido al de la pez negra ordinaria. Debe rellenar los huecos interiores de la roca, y su origen es difícil explicarlo, según el Sr. Palacios, á no suponerlo relacionado con la falla que corta las capas cretáceas en su contacto con las miocenas, admitiendo que mientras estas últimas se depositaban, surgieron á través de la fractura emanaciones bituminosas que impregnaron á los conglomerados en vía de formación.

Entre Jaraba y Sisamón, las margas y arcillas rojo-amarillentas, en muchos sitios yesíferas, dominan sobre las areniscas y conglomerados con el aspecto de depósitos diluviales; y superiores á ellas sobresale junto á la izquierda del Mesa la Muela de Calmarza, coronada por calizas blancas y agrisadas, unas silíceas, otras fétidas, á veces

cavernosas, en gruesos bancos horizontales, con moldes de gasterópodos.

Sisamón se halla situado en una loma de conglomerados de cantos gruesos apoyados sobre las calizas cenomanenses; pero al S. del pueblo, en la base del cerro de la Ermita, yacen en contacto anormal con las capas de esta última edad, á lo largo de una falla, por efecto de la cual las rocas cretáceas parecen sobrepuestas á las terciarias.

MANCHA DE LA ALDEHUELA.—Los conglomerados de cemento margoso ó calizo-sabuloso, asociados con areniscas, arcillas y margas rojo-amarillentas, componen la mancha miocena superpuesta al cretáceo en los términos de La Aldehuela de Liestos y Torralba de los Frailes. Los estratos se muestran dislocados, con una inclinación que pasa de 45° al SE. en el cerrillo de la Tejera, próximo á La Aldehuela, sobre la izquierda del río Mesa.

MANCHAS DE LA VERTIENTE IZQUIERDA DEL JILOCA.—Margas incoherentes sabulosas rojo-amarillentas, asociadas con arcillas, bancos discontinuos de conglomerados y areniscas muy deleznales, constituyen el mioceno que cubre á trechos al cambriano, desde el confin de Teruel hasta el término de Atea. Su espesor es muy variable, pues en la margen de dicho río, frente á Daroca, determinan escarpados ribazos de 50 metros de altura, y en las lomas inmediatas se reduce á muy pocos metros, viéndose con frecuencia al descubierto las rocas paleozóicas en las ramblas y arroyadas que los surcan. El aspecto general y aun la composición petrográfica de estos sedimentos, recuerdan los de las masas diluviales con los que pudieran confundirse, á no encontrárselos también en localidades próximas de Teruel infrapuestos á las calizas reconocidas como miocenas.

OTROS ISLEOS MENOS IMPORTANTES.—En la meseta miocena de la sierra de Carenas, las calizas blanquecinas, algunas cavernosas, sobrepuestas á conglomerados, alternan con margas pétreas rojizas, que yacen horizontales con un grueso de más de 70 metros, sobre las pizarras y cuarcitas silurianas, y únicamente por el extremo S. de la mancha, en la Era de Muro, tocan en corto trecho al triásico.

De análoga composición es el isleo del cerro de Santiago, al S. de Buberca, donde los conglomerados de la base, deleznales y de cemento arcilloso, y las calizas cavernosas sobrepuestas, suman una altura de 50 metros, ocultando al siluriano en poco más de dos hectáreas.

Por último, los islotes esparcidos sobre el cretáceo en Calmarza, Campillo y el Monasterio de Piedra, y los dos que yacen junto á Moyuela y Cimballa sobre el lias, están formados por los conglomerados calizos, asociados ó no con areniscas y con caracteres análogos á los descritos.

MANCHITAS DEL MIOCENO MARINO.—Las dos manchitas de Tosos y de Fuentetodos, sobrepuestas al jurásico, son de origen marino, á juzgar por los restos fósiles que en ellas se descubrieron. Ambas se componen de calizas, areniscas y conglomerados, cuyas relaciones estratigráficas no se hallan deslindadas todavía.

Los conglomerados que constituyen la base son brechoides, y están formados por granos y guijo de desigual tamaño de cuarzo, unidos por un cemento calizo. Las calizas de Fuentetodos son de color amarillento claro, y encierran gran número de moldes, muy mal conservados, de *Cerithium*, *Venus* y *Cardium*. Hay otras calizas silíceas que son comunes á esta localidad y á la de Tosos, donde asoman algunas capas constituídas exclusivamente por una aglomeración de *Cerithium*; y cerca del río Huerva afloran otras róseas, arcillosas, sumamente compactas, con oquedades tapizadas de cristales de espato calizo.

Todas estas calizas, principalmente las fosilíferas, se emplean para la construcción, habiéndose hecho con ellas toda la parte de sillería de la fachada del templo de la Virgen del Pilar de Zaragoza. En algunos de sus bancos se encierran grandes nódulos de pedernal, cubiertos por otra blanco-rojiza, bastante arcillosa, como se ve en la cuesta de Tosos, subiendo á Cariñena.

### Huesca.

Ninguna formación de la provincia de Huesca se extiende en una superficie tan considerable como la miocena lacustre, puesto que á ella corresponde casi toda la Tierra llana, y, sin embargo, es la que más brevemente puede quedar descrita, por la sencillez de la composición de sus capas y sus pocas variaciones stratigráficas.

#### Tramo inferior.

Lo mismo que en las demás provincias de la cuenca, comienza el sistema por conglomerados de variable composición. En la de Huesca suelen estar formados de cantos de cuarzo unidos por un cemento arcilloso rojizo, que se encuentra por regla general por sus límites septentrionales al pie de las sierras; pero unas veces su tránsito á la molasa, otras su inmediata sobreposición á las pudingas eocenas, y también la circunstancia de cubrirlos en ciertos sitios masas diluviales de aspecto parecido, hacen poco clara su distinción. Sin embargo, al S. de los Mallos de Riglos se ven ligeramente inclinados al SO. los conglomerados miocenos, y distinguiéndose de los eocenos por el color más rojizo de su cemento, en el cual no es raro encontrar algunas vetas de yeso blanco fibroso. En condiciones parecidas se extienden por los términos de Panzano, Labata, Aguas y Morrano, inclinando sus capas hasta 25° en las orillas del Hormiga y del Calcón.

Como si en la proximidad del Cinca hubieran ocurrido sus mayores dislocaciones stratigráficas, aparece el mioceno en el Somontano de Barbastro cual si fuera el resultado de tumultuosos depósitos en las orillas del antiguo lago terciario de la cuenca; y así se ven en torno de Costeán, Cregenzán, Montesa y otros pueblos, hasta las márgenes del Vero; en Salas, Huertas, Pozán, Coscojuela y Barbastro, los bancos de margas arcillosas, rojas y amarillentas,

y las molasas y margas sabulosas, entremezcladas confusamente con otros, poco ó nada reglados, de pudingas compuestas de guijo menudo, de colores entre gris claro y amarillento. La figura 11, con que anteriormente representamos la disposición de algunas capas eocenas, puede también servir para indicar lo que en las miocenas se efectúa, y también hay ejemplos cerca de Tamarite, Albelda y otros puntos de la Litera. Entre el Pueyo y Castillazuelo, los mismos bancos de conglomerados de Cregenzán y Costeán han sido levantados con las molasas por la faja de yesos de que más adelante se tratará. Otro tanto sucede al N. de Peralta de la Sal, donde alternan, con arcillas rojas y margas arenosas, amarillentas y grises, capas de molasas que contienen fucoides indeterminables específicamente y se prolongan al O. hacia Calasanz. Las señales de esta sedimentación tumultuosa continúan entre Peralta y Alcámpel, sobre todo en el término de Cuatrocors, donde los conglomerados y molasas, por la variable proporción de cantos y de guijo embutidos en ella, modifican los caracteres petrográficos de una misma capa, contribuyendo á la confusión con que se presentan los irregulares manchones aluviales de los barrancos que rodean el cerro de la Mora, á la izquierda del Sosa.

#### Tramo medio.

La casi totalidad de la Tierra llana está constituida por la íntima alternación, pues que á veces sus bancos se refunden y entremezclan con variables espesores, de molasas y margas arenosas. Algunas de estas molasas pasan á verdaderos maciños, utilizados para las construcciones por su compacidad y resistencia; pero son más comunes las muy deleznales, pues entrando en su composición la arena cuarzosa cimentada por margas, en éstas la proporción de arcilla y caliza varía notablemente hasta en una misma capa, no siendo raras las de grano bastante grueso que pasan á pudingas, como sucede en los cerros de Castejón del Puente. Sus colores son gris amarillento, gris rojizo y gris parduzco, á veces con un ligero

tinte verdoso, y en alguno que otro paraje blanquecino ó ceniciento.

Existiendo toda suerte de tránsitos entre las molasas y margas sabulosas, sólo su mayor ó menor compacidad guiará para distinguirlas, pues casi siempre son unas y otras de los mismos colores que tan sombrío hacen el suelo de la Tierra llana. En muchos sitios las margas se hacen abigarradas; pasan algunos lechos, casi siempre delgados, á arcillas rojas calcaríferas ó margas sabulosas de color amarillento claro, y así se observa en las escarpas que rodean al Cinca, entre Monzón y Fraga, en las sierras de Ontiñena y Alcubierre y en otros puntos que sería prolijo enumerar. Resulta de ese modo una disposición fajeada de colores tan abigarrados como la que se observa en las Ripas de Alcolea y de Ballovar.

Por regla general, las capas de este tramo yacen horizontales ó muy suavemente inclinadas al S.; pero hay una zona que comienza en Azlor y penetra en Cataluña, más allá de Albelda, en que aquéllas se levantan con fuertes inclinaciones, á causa de la formación más moderna de una faja yesosa de 60 kilómetros de longitud y de dos á cuatro de anchura que cruza de O. á E. los partidos de Barbastro y Tamarite de Litera. Esta faja de yesos, una de las más notables de la Península, atraviesa los términos de Azara y Peraltilla; pasa al pie del Santuario del Pueyo; continúa entre Permisán y Barbastro, por los áridos y desiertos barrancos de Valpregón y La Paul, al N. de Castejón del Puente, y entre la barca de Fonz y la desembocadura del Vero cruza el Cinca en Cofita, aumentando su ancho hasta tener cuatro kilómetros. Sigue más al E. por Almunia de San Juan y San Esteban de Litera; deja á corta distancia al N. á Pelegrinón y Rocafort; extiéndese entre Alcampel y Tamarite; pasa en seguida al N. de Albelda y penetra en Alfarrás (Cataluña), al S. de Castillonroy. Esta faja se distingue desde largas distancias del fondo obscuro del resto de las llauras, tanto por su color blanquecino, cuanto por su aridez casi completa; y á uno y otro lado de ella las molasas afectan diversas inclinaciones en una anchura variable de 50 á 200 metros, formando cerros y lomas recortados y crestones puntiagudos ó dentellados, tales como las Hacinas de Azlor, de Fornillos

y Permisán, los montes de Rebullón y las serrezuelas de Almunia de San Juan, San Esteban, Tamarite y Albelda. Casi por todas partes los bancos yesosos se pliegan repetidas veces; pero en conjunto la dirección de la zona coincide próximamente con la que tienen las capas de molasas que la limitan, cuyo promedio no es posible señalar. A juzgar por las direcciones anotadas, resulta el hecho curioso de hallarse más arrumbadas hacia el N. las capas del extremo occidental y más hacia el E. las situadas á L. Así, entre Azara y Azlor, inclinando 40° al O., se dirigen al N. 5° O.; en Peraltilla la dirección y la inclinación son respectivamente N. 10° O. y 50°; más adelante, en la cantera de Valdestaños, son N. 25° O. y 70° respectivamente; en Permisán, N. 45° O. y 25°, y en la desembocadura del Vero, O. 58° N. y 75° S.SO. Al otro lado del Cinca se alinean al SE.; en Tamarite de Litera al O. 28° N., y en Albelda al O. 55° N., con fuerte inclinación meridional.

Los yesos de esta faja son de muy diferentes caracteres: se encuentra laminar y sacarino; abundan más el fibroso y el compacto, siendo frecuente que al gris, rojizo y azulado atraviesen vetas de dos á cuatro centímetros de

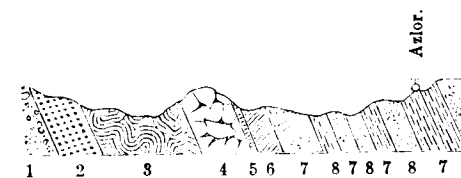


Fig. 53. —Corte a través del mioceno de Azlor.

espesor del blanco. En todos los pueblos situados en esta zona existen canteras de este material, y sería inútil enumerarlas detalladamente. En Azlor se explotan desde muy antiguo las conocidas con los nombres de La Guardia y La Chasa, expendiéndose grandes cantidades á varios pueblos de la comarca.

La disposición de los estratos de este punto extremo de la faja yesosa está indicada en la figura 55, sucediéndose con el orden siguiente:

- 1.—Conglomerado calizo-arcilloso con granos de cuarzo.
- 2.—Arenisca de grano grueso.
- 3.—Arcillas yesosas.

4.—Molasas grietadas en diversos sentidos.

5.—Arcillas calcáreas.

6.—Margas compactas.

7.—Molasas alternantes con margas sabulosas, 8.

En Pelegrinón, Rocafort, Castillouroy y otros puntos se han recogido varios nódulos de yeso alabastrino con el fin de labrarlos para objetos de adorno. La marga yesosa es de muy fácil labra; pero bastante resistente en cuanto pierde su agua de cantera, se utiliza para las construcciones en algunos lugares, con preferencia á las molasas que la acompañan.

Derivadas de la anterior, ó íntimamente relacionadas con ellas, se extienden otras fajas de margas yesosas, como la que, con 200 metros de anchura, se interpone entre los cerros numulíticos del Pueyo y La Guardia, al O. de Barbastro; y otra más importante que se prolonga al N. de Peralta de la Sal, en dirección á Castillouroy y la Casa de Lérida, al pie de San Salvador, en parte cubierta por aluviones y masas diluviales.

Ajustándose á un eje anticlinal, los bancos miocenos están levantados simétricamente á uno y otro lado de la faja yesosa, que en ciertos sitios envuelve algunos de aquéllos como si hubieran sido arrancados de la masa general; y así se ve, por ejemplo, entre Castejón del Puente y la Barca de Barbastro, y en San Esteban de Litera.

Sin haber causado los trastornos y levantamientos de esta faja principal, también se intercalan otras capas de yeso, horizontales ó ligeramente onduladas, entre margas ó molasas, á veces con tal abundancia, que se explota ó ha explotado en grande escala. Tardienta es el centro de una comarca donde más abunda, esparciéndose sus bancos en todas direcciones. Algunos se ven en los desmontes de la línea férrea en dirección á la capital, á Grañén y á Almuévar, donde hay bancos hasta de un metro de grueso; y se prolongan hasta las orillas del Gállego en Gurrea, donde se intercalan entre margas grises, en costras delgadas de lustre perlado y color blanquecino.

Otra faja de yeso existe en las vertientes meridionales de la sierra de Alcubierre, hacia Farlete y Perdiguera (Zaragoza): rodea por el S. el cerro de San Caprasio, y no se encuentra en ella circunstancia digna de mención.

También se halla yeso blanco fibroso en venillas y lechos delgados entre las margas rojas muy arcillosas de los confines del mioceno con las formaciones más antiguas de las vertientes meridionales de la Cordillera central, en Ayerbe, Bolea, Nueno, Labata, Ponzano, San Julián, Morrano, etc.; y todavía al E. de Fraga se entrecruzan vetillas irregulares en las molasas y margas del cerro de la Concepción.

Por regla general, el yeso de estas comarcas es blanco y fibroso; pero también abunda el compacto y alabastrino.

Fuera del yeso, pocas sustancias minerales dignas de ser citadas se encuentran en el mioceno de la provincia. En la capital, Bandalíes, Barbastro, Tamarite, Monzón, Fraga y algunos otros sitios, se aprovechan para la alfarería las delgadas capas de arcilla roja calcárea. Al SE. de San Román, alternando con algunos lechos de caliza silíceo-arcillosa, de color gris claro en su exterior y parduzca en la fractura fresca, con fósiles mal conservados (paludinas y planorbis), se hallan otros de una arcilla margosa blanquecina, varias veces empleada como tierra de balán.

El pedernal, que es tan común en el mioceno de otras provincias, sólo se encuentra con relativa abundancia en muy contados parajes, tales como en el cerro de San Simón, junto á Fraga.

Más frecuentes son las efflorescencias de salitre en las molasas, pues raro es el término de la Tierra llana donde no haya siquiera indicios de ellas, y al cabo de cierto tiempo de sequía se blanquea la superficie de dicha roca en cutículas delgadas. Contribuye poderosamente el salitre á la desagregación de las rocas y al empobrecimiento de su suelo, cuya vegetación ahoga en varios parajes casi por completo; pero no se ofrece en parte alguna en cantidad suficiente para que se haya tratado de explotarlo.



**Tramo superior.**

Muy difícil es marcar la separación de este tramo del anterior, pues son comunes á ambos las margas sabulosas que en el de que se trata alternan con lechos de caliza, que raras veces pasan de 40 centímetros de grueso. Estas calizas son generalmente algo arcillosas, silíceas ó carbonosas, blanquecinas ó grises, de fractura concoidea, muy compactas, por excepción cavernosas, y contienen algunos fósiles correspondientes á los géneros *Limnæa*, *Planorbis*, *Helix* y *Paludinas*, siempre al estado de moldes.

Hay respecto de las calizas y margas abigarradas una circunstancia que viene á comprobar lo que se observa en las pudingas de Somontano de Barbastro y sirve para apreciar el verdadero espesor de este sistema. Aquellas rocas van predominando á medida que desde el paralelo de Huesca nos acercamos á las orillas del Ebro, es decir, á medida que del límite septentrional del antiguo lago, cuyo eje mayor sigue hoy el Ebro, nos acercamos á su centro. Se observan por el SO. débiles muestras de caliza lacustre en Ahudévar y Gurrea de Gállego, y sus capas aumentan en extensión hacia la sierra de Alcubierre; por la línea del Cinca tienen también más importancia entre Binefar y la Granja de Escarpe, á medida que se camina hacia el S., de donde puede sacarse una consecuencia relacionada con el espesor del sistema y manera de haberse formado, no en lechos completamente horizontales, sino acomodados á un fondo cóncavo, en el cual se depositaron sucesivamente las pudingas, molasas y margas arenosas; después las molasas menos bastas y margas, con algunos lechos arcillosos, y como remate las margas y molasas más finas y las amarillas y las calizas. Por débiles que hayan sido los efectos de la denudación entre el Ebro y el Somontano, se reducen las últimas progresivamente hasta ocupar sólo el centro del depósito lacustre.

Por el SE., entre Binefar y Esplús, aparece la caliza compacta,

grietada, de colores blanquecinos ó azulados oscuros, con moldes de gasterópodos. Yace en lechos delgados que corta el Cinca en las Ripas de Alcolea, y se desarrolla con mayor número y espesor siguiendo hacia la Granja de Escarpe, donde abundan las mismas especies fósiles correspondientes á los géneros mencionados.

**Lérida.**

A pesar de que en el Mapa geológico de la Península se marca la considerable extensión de 4147 quilómetros cuadrados para el mioceno de esta provincia, no hay otra de que menos datos se posean, y se puede decir que todo está en ella por describir. En su breve é incompleta reseña, titulada *Geología de Lérida* <sup>(1)</sup>, el Sr. Vidal nada dice de la parte baja de esta provincia, de composición idéntica á la de la Tierra llana de la de Huesca, y sin expresar si es mioceno ó plioceno, con el epígrafe de *Sistema superior*, dice cuatro palabras acerca de un depósito lacustre muy reducido que hay en Seo de Urgel, y las cuales se trasladan á continuación.

**Sistema superior.**

«Este depósito lacustre, dice, ocupa el fondo de una pequeña cuenca en que se encuentra la población de la Seo de Urgel, y queda limitado por todas partes por las montañas pizarrosas que el Segre atraviesa; pero ha sufrido los efectos de una denudación tan enérgica, que sus capas más altas han desaparecido casi por completo, y las que han quedado apenas se descubren bajo los aluviones del río. Puede, sin embargo, reconocerse que en los sedimentos de este antiguo lago intervinieron los elementos siguientes:

»En la base, una capa de arcilla arenosa sostiene un grupo de bancos de arcilla y de carbón con un buzamiento marcado hacia el

(1) *Bol. Mapa geol.*, tomo I, pág. 273.

fondo de la cuenca. El único afloramiento asoma en la orilla misma del río, y las aguas lo ocultan en su estado normal; de modo que sólo bajando mucho su caudal es cuando pueden proveerse de este combustible los pocos que suelen aprovecharlo. El espesor de sus capas oscila entre 5 y 20 centímetros, y se pueden contar siete lechos en la porción descubierta.

»La parte superior consiste en una hilada amarillenta formada de fragmentos angulosos de pizarras unidos flojamente por una arcilla roja. Su contacto con las capas de la base no se puede distinguir por efecto de la situación especial en que han quedado sus restos, pues de esta hilada arcillosa sólo se ve una porción adosada contra las lomas pizarrosas del SO. de la Seo, en el extremo donde están las ruinas de la antigua *Torre de Solsona*; y los depósitos, ya vegetal, ya de aluvión, que se extienden por la llanura, al pie de estas colinas donde existe el castillo Castell-Ciutat, la Ciudadela, y más lejos Montferrer, ocultan las capas de lignito, que sólo en el cauce mismo del Segre aparecen. De todos modos, el espesor de esta capa detritica no baja de 20 metros; y por encima de ella aparece un aglomerado de cuarzo, pórfido y granito de unos cuatro metros de espesor, formado de trozos de tamaño pequeño, que debe ser aluvial.»

En exploraciones posteriores el Sr. Vidal encontró en las arcillas rojas, á pocos kilómetros más abajo de la Seo de Urgel, fragmentos de molares de mastodonte y astas de ciervo, advirtiendo que este depósito debió estar separado del resto de la formación terciaria de la Cerdaña, á juzgar por la extensión y la altura de los terrenos paleozóicos que hay intermedios <sup>(1)</sup>.

(1) *Descrip. geol. y minera de la provincia de Gerona: Bol. Mapa geol., tomo XIII, pág. 259.*

### Barcelona.

El extremo oriental de la gran mancha lacustre del Duero y del Ebro, penetra tan poco en la provincia de Barcelona, que no llega en ésta á un centenar de kilómetros cuadrados, que comprenden parte de los términos de Cunill, Pujalt, La Guardia y Vilamejor. Sobre las margas yesosas calificadas de oligocenas, en las cuales se hallan edificadas estos lugares, yacen unos lechos, de 15 á 50 centímetros de grueso, de areniscas, arcillas y calizas, generalmente horizontales, si bien en las inmediaciones de Casa Canet, entre Mirambell y Cunill, inclinan hasta 40° al NO. Las calizas ocupan la parte superior de la formación; son compactas y cavernosas, silíceas ó arcillosas, y contienen nódulos pequeños de pedernal.

### Tarragona.

El extremo oriental de la gran mancha lacustre del Ebro forma en la provincia de Tarragona una faja alargada de NE. á SO., desde sus confines con las de Teruel y Zaragoza cerca de Valderrobles y de Caspe, hasta los de Lérida y Barcelona al SE. de Cervera. Esta faja, que mide más de 1200 kilómetros cuadrados de superficie, se estrecha considerablemente al SE. de la sierra de la Llena, en la longitud de los 20 kilómetros que median entre Uldemolins y Vimbodí, ensanchando de nuevo rápidamente sobre la izquierda del Francolí; mas no pertenece por completo á la cuenca hidrográfica del Ebro, pues la mayor parte de su tercio septentrional corresponde á la del citado Francolí, y una pequeña fracción á la del Gayá.

En el mioceno lacustre de esta provincia, que, como regla general, ofrece sus estratos horizontales ó muy poco inclinados, aparte de muchos cerros y serrijones que por doquier erizan el suelo, se alzan dilatadas sierras en los confines de Lérida y Tarragona, sobresaliendo entre todas la del Montsant, comprendida entre el río de

este nombre y el Ciurana, con una longitud de siete kilómetros y un ancho de tres á cuatro por término medio.

Más bien que tres, son dos las divisiones del terciario lacustre que se marcan en esta provincia: la inferior, que tal vez se incluya algún día definitivamente en el oligoceno, y la superior, que representa más genuinamente al mioceno. La inferior, compuesta de conglomerados, arcillas y margas rojizas, sobresale en cerros, sierras y muelas de pintorescos tajos y profundas escarpas; y la superior, constituida por molasas, margas y calizas arcillosas, grises, amarillentas y blanquecinas, forma, en su conjunto, lomas y montes, cañadas y barrancos de extraordinaria sequedad. Casi toda la parte de la mancha que el Ebro dejó á su derecha, es de un aspecto más árido y menos variado que el extremo opuesto, dependiente de las cuencas del Francolí y del Gayá. Peor dotada aquélla de manantiales y de corrientes de agua, tiene, como es consiguiente, mucha menor densidad de población, presentándose en grandes trechos deshabitados é incultos sus pelados y pedregosos montes y serrezuelas, surcados por barrancos, indeterminada y desigualmente alineados á varios rumbos, sin que el laborioso carácter catalán haya podido borrar las analogías que estas comarcas catalanas ofrecen con las tristes y secas aragonesas del uno y del otro lado del caudaloso Ebro.

En los confines de Aragón y Cataluña, al SO. de Arnés, avanza, delante de los picos liásicos, la Peña Galera, con sus potentes bancos de conglomerado que dibujan una especie de comba ó arco de círculo cuya convexidad mira hacia abajo. Dos kilómetros más al N. las capas yacen horizontales, y los conglomerados forman una faja arrumbada al NO. que en pocos sitios mide más de tres kilómetros de ancho, recortada al S.; y al SE. de Arnés, en los caprichosos mogotes, crestas y cilindros nombrados la Falconera, los Biarnets, la Pineda, Molas del Sabaté y del Molló Bernat y las Rocas de Benet, más altas y escarpadas á modo de grandes castillos. Desde la Punta del Gancho al E. de ellas, los conglomerados que con arcillas yesíferas forman la base del sistema, avanzan hasta el ce-

rro cónico de Santa Bárbara de Horta; y al S. de este último pueblo, bajo las margas abigarradas y las molasas deleznales con algunas capas de calizas y de conglomerados alternantes, asoman las margas rojizas yesosas inclinadas 40° al N.NO. El yeso está incluido en las margas, formando vetillas en enrejillado de ocho á 20 milímetros de espesor, y en los lechos de calizas inmediatos abundan los hoyuelos y huecos vermiformes. Una de las capas de caliza, de color gris claro, pasa de dos metros de espesor entre Horta y Prat de Compte, y encierra varios moldes de *Helix* y *Limnaea* difíciles de determinar específicamente.

Al NE. de Prat de Compte se extienden, por el puertecito de Mas en Torné, las arcillas rojas con yesos, ya en fajas alternantes, ya en venillas reticuladas. Sobre ellas y las calizas, margas y molasas inmediatamente superyacentes, se halla edificada esa población, avanzando el sistema hasta 200 metros más al S., donde le limita el liásico. Cerca de la separación de éste se marcha por aquellas rocas en la primera mitad del camino de Prat de Compte á Fonscalda, siguiendo la otra mitad sobre el liásico y el triásico que separan la mancha que describimos de la de Pinell.

Las brechas y las pudingas de la base se prolongan de la Aguja de Bot al Puig Caballé, al S. de Gaudesa, en gruesos bancos con lechos irregulares y ondulados interpuestos de arcillas calíferas rojas, todos recortados en los altos y escarpados crestones de los Voladins, donde buzan al N.NO., con mayor inclinación á medida que se aproximan á las fajas triásica y liásica allí inmediatas. Siguiendo la carretera de Tortosa, al tercer kilómetro están ya casi verticales en su remate.

Del Puig Caballé pasan las capas de la base del sistema á la sierra de Caballs, donde, asociadas á las secundarias, encorvan del rumbo E. á O. al E. 50° N., con que cruzan por Camposines. Por el vallejo de Salvatierra se desarrollan las margas y arcillas rojas intercaladas entre los conglomerados. A la derecha del de Camposines, entre los kilómetros 74 y 75 de la carretera de Mora á Gaudesa, todas estas capas de la base del sistema se levantan gradualmente con in-

clinación al NO., que llega á ser muy fuerte entre los quilómetros 74 y 75, donde ofrecen una curiosa discordancia con los bancos del triás, cuyo buzamiento es opuesto. Esta discordancia se prolonga hasta el otro lado del Ebro.

En las capas inmediatamente superiores á los conglomerados que se observan entre Camposines y Corvera, ó sea en los quilómetros 76 y 77, abundan, como es general, los yesos grises compactos y sacarininos y los blancos fibrosos que cruzan en vetillas las arcillas rojas.

A tres quilómetros al S. de Ascó, sobre las calizas triásicas del Pas del Ase, yacen discordantes las capas inferiores del mioceno, alternando los conglomerados ó pudingas con areniscas arcillosas pizarreñas rojas, y á éstas se sobreponen las margas, también rojizas, con yesos en vetas reticuladas, sobre que está edificado aquel pueblo. Superiores á éstas yacen sensiblemente horizontales, ó ligeramente inclinadas, las molasas y calizas silíceo-arcillosas, alternantes con margas rojas ó amarillas, sabulosas, en bancos delgados.

La sierra de la Fatarella, alineada casi de N. á S. al O. de Flix y de Ascó, se eleva entre 400 y 450 metros sobre el Ebro y arroja un espesor para el mioceno que no baja de 500 metros por esta parte. Continúa por sus cimas la división superior, correspondiendo á los 200 metros más altos la serie de calizas tabulares alternantes con molasas y margas. Son en su mayor parte de colores claros; pero algunas calizas hay bituminosas, negruzcas, con abundancia de *Planorbis*, *Paludina*, *Helix* y otros fósiles de origen lacustre, generalmente en lechos de 15 á 45 centímetros de espesor. Así se observan en Villalba, Corvera, Poble de Masaluca y otros pueblos inmediatos á dicha sierra.

Con igual monotonía que en la sierra de la Fatarella continúa la alternación de molasas, margas sabulosas, calizas arcillosas, ya compactas, ya cavernosas, y las arcillas con yesos que tanto abundan en los términos mencionados y en los de Flix, Ribarroja, Poble de Masaluca, Villalba, Batea, Piñeras y Caseras, intercalándose algunos lechos delgados de calizas bituminosas, margas negruzcas y calizas blanquecinas con restos de los gasterópodos mencionados.

Entre el Ebro, la sierra de Montsant y la de la Llena, las capas miocenas aparecen más variadas que en el resto de la provincia, alternando repetidas veces las rocas mencionadas con pudingas superiores á las de la base. Son éstas de cantos medianos ó pequeños; las margas generalmente rojizas, más ó menos sabulosas, á veces abigarradas, de colores claros, y las molasas casi siempre fino-granudas.

No son del todo horizontales los bancos de pudinga en la elevada sierra del Montsant, pues en varios sitios donde aquellos fueron desgarrados ó denudados se observan fuertes inclinaciones al NO. En sus vertientes occidentales, á la derecha del barranco Pellics, entre Morera y la Poble de Granadella, pasan de 40° de inclinación.

Las areniscas y margas abigarradas, inmediatamente superiores á las pudingas, siguen los límites de ambas provincias de Lérida y Tarragona, á partir de la sierra de la Llena y sus prolongaciones al O., la sierra de la Espadella en dirección á Margalef y el Coll del Grau entre este último y la Poble. Las pudingas superiores de cantos menudos se muestran en el barranco Forcall; pero pasado el río Montsant, todas las cumbres de la sierra de este nombre se componen de las pudingas gruesas inferiores ó de la base del sistema.

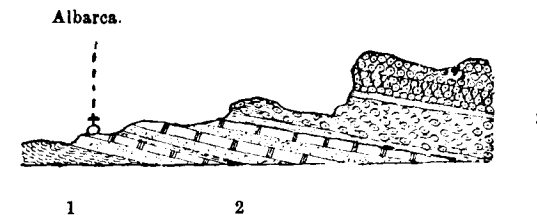


Fig. 54.—Corte por las vertientes del Montsant.

Por el lado de Albarca y de Ulldemolins es donde mejor puede examinarse la constitución geológica de la sierra de Montsant. En contacto con las últimas capas de pizarra siluriana, asoman como base del mioceno lacustre las margas y arcillas rojas yesosas, 1 (fig. 54),

que se extienden desde Uldemolins hasta el puertecillo de Albarca, ocupando la depresión que por NE. y S. rodea al primero. Se asocian á los bancos rojizos otros blanquecinos de margas con pederual de variados colores, azulado, rojizo, parduzco, blanco y jaspeado, extraordinariamente abundante en el Pic Gros, eminencia 120 metros más alta que Uldemolins, á poco más de un quilómetro al SE. de la villa. Superiores á estas capas hay otras de molasas bastas, 2, sobre las que se halla edificado Albarca, y de calizas blanquecinas y rosáceas; siguen á éstas, en orden ascendente, repetidas alternaciones de margas sabulosas deleznales de color amarillo y de conglomerados, 5, cuyo cemento es de esas mismas margas, en los cerros de Mirahuelos; y coronan la serie masas escarpadas en grandes escalinatas de pudingas muy compactas, 4, ampliamente extendidas por las altas cimas del Montsant. Esta posición de las grandes masas de pudinga nos hace dudar si realmente las capas infrayacentes son más bien oligocenas que miocenas.

Inclinan fuertemente al NO. los conglomerados entre el Montsant y Cabacés, donde vuelven á presentarse horizontales, intercalándose entre sus bancos otros de margas sabulosas y de molasas que, por su más fácil desagregación, aparecen en muchos sitios excavadas en grutas anchas y poco profundas, rodeadas de enormes peñones desprendidos de aquéllos.

Así continúa el mioceno entre Cabacés y Margalef y entre Margalef y La Bisbal.

La carretera de Uldemolins á Cornudella está abierta en el mioceno á muy corta distancia de su línea de separación con las pizarras hasta cerca del puente de Ciurana, representado aquél por las arcillas rojas yesíferas, las margas abigarradas y las calizas compactas grises, algo cavernosas, repetidas veces alternantes. Todas estas capas de la parte inferior del sistema se prolongan al O. de Cornudella por el Mas de la Vella hasta Morera y la bajada de este pueblo á Scala Dei.

En la divisoria del Ebro, junto á Vilanova de Prades, en el nacimiento ó comienzo del barranco Biern ó de Milans, las arcillas rojas

yesíferas, muy plásticas, de la base tienen seis metros de espesor, y sobre ella continúa la alternación de conglomerados de cantos pequeños y medianos con cemento amarillo, como el de las calizas y margas que allí se interponen.

Entre Vallelara y Espluga, al ensancharse hacia el S. el mioceno, acomodado al valle del Francolí, ofrece en su contacto con el paleozóico roturas y cambios enérgicos de buzamiento, ya al S., ya al N. con más frecuencia; y al O. de Espluga se apoyan los estratos en la base de la sierra hasta la capilla de San Miguel, donde están muy levantados. Las pudingas de abundante cemento calizo con cantos pequeños y medianos de calizas de diversos colores, forman un cordón á la derecha del Francolí, que en algunos puntos, como en Poblet, avanza de dos á tres quilómetros á P. del río, y en otros, por el contrario, lo cubren hasta cerca de su cauce las masas diluviales procedentes de la denudación de las sierras inmediatas. Sobre esas pudingas está edificada Espluga, en torno de cuyo pueblo alternan con margas abigarradas de colores claros y arcillas sabulosas rojizas en bancos del todo horizontales, á corta distancia de los límites de esta cuenca lacustre. Estas últimas rocas continúan en una estrecha fajita comprendida entre la siluriana derivada del Priorato y la cuaternaria que se extiende entre Montblanch y Vilabert. Todas las capas terciarias de esta comarca corresponden más bien al oligoceno, según se ha explicado en el capítulo anterior, pág. 259.

A L. de esta otra faja diluvial, el mioceno se halla representado por calizas compactas, semi-marmóreas en algunos puntos y abigarradas, en bancos de 0<sup>m</sup>,30 á 1<sup>m</sup>,20 de espesor. Alternan con margas también abigarradas y rojas, y en la mitad de la subida á Lilla se intercalan varios lechos de otras margas carbonosas con infinidad de impresiones de *Planorbis* y *Linnæa*. Las capas aparecen onduladas hasta Lilla y avanzan hasta el Coll, ascendiendo 250 metros más altas que el fondo del valle del Francolí.

Frente á Montblanch desemboca el brazo septentrional de este valle, conocido con el nombre de Conca de Barberá, achatada depresión, muy afamada por su riqueza vinícola. En las faldas de los mon-

tes que la limitan por Oriente, se extienden los conglomerados de la base, que sobresalen en el Cogullo de Cabra, se prolongan en montes alineados al NE. por la sierra de Camavert, y por el Clot de Coma de Vacas, ancha, agreste y profunda cañada al N. de Vallespinosa, se alzan á grande altura en San Miguel, al S. de Viure, y, pasados los serrijones de Cama Gasona, penetran en el término de Bellprat (Barcelona).

La tumultuosa sedimentación de los conglomerados causó notables diferencias en el espesor con que aparecen hoy día. En la sierra de San Miguel, cuyas cimas se hallan entre 500 y 400 metros más altas que los pueblos que la rodean, tienen los bancos de aquéllos mucho mayor espesor que en su prolongación oriental, donde las molasas y margas rojas adquieren á sus expensas más desarrollo. Avanzan las pudingas hasta un quilómetro en el sentido de su espesor en la bajada de San Miguel á Vallespinosa, é imprimen un carácter especial á la orografía del país, sirviendo de barrera entre la región montañosa desarrollada á derecha é izquierda del Gayá, desde Pontils á Pont de Armentera, y el territorio de colinas y serruzuelas achatadas en sus cumbres que existen en el extremo NE. de la provincia, entre el Francolí y los confines de Lérida y Barcelona.

Esta zona inferior, incluida por Sr. Vidal en el oligoceno, tiene su ancho comprendido entre dos y cuatro quilómetros. Los bancos de su mitad inferior varían de inclinación entre 15 y 25°, siendo constante su buzamiento septentrional; y como las distintas capas de conglomerados se hallan separadas por otras tantas de arcillas y margas arenosas rojas mucho más blandas, por la denudación ha resultado un país erizado de cerros dentellados que en su extremo NE., desde los confines de la provincia de Barcelona hasta San Miguel, se dibujan alineados en filas ligeramente encorvadas hacia el S. La inclinación más fuerte de los estratos se observa á un quilómetro al O. de Bellprat y al N. de Pontils, donde los conglomerados se apoyan concordantes con el numulítico, inclinados entre 50 y 60°.

Con leve buzamiento al NO., y apoyadas sobre los conglomerados por el centro de la cuenca de Barberá, se extienden las arcillas rojas con yesos blancos, estos últimos muy desarrollados en Guardia dels Prats, donde algunos bancos pasan de 30 centímetros de espesor.

En torno de Pira, las arcillas sabulosas rojas en estratos ondulados se hallan cruzadas de vetillas de yeso blanco, del que también se señalan algunos bancos en las lomas que hay á la izquierda de la carretera. Siguiendo ésta en dirección á Santa Coloma, antes de llegar á Sarreal, se encuentran algunos bancos de pudingas blanquecinas de cantos pequeños, alternantes con las fajas de yesos, asociados también á margas pizarreñas que se explotan como cemento hidráulico. Entre los quilómetros 9 á 11 el camino corta las arcillas y margas rojas, en que el yeso se esparce en hebras y vetillas reticuladas, y todas estas rocas y las pudingas constituyen las lomas orientadas al NO. que existen entre la carretera de Santa Coloma y la de Artesa. En Rocafort reemplazan á esas margas otras agrisadas, alternantes á su vez con molasas y calizas arcillosas amarillentas y blanquecinas que forman el paso á la división superior.

Entre Rocafort y Las Pilas alternan repetidas veces en lechos delgados las calizas arcillosas, margas abigarradas, otras rojizas y los conglomerados de cantos pequeños con algunas vetillas de yeso blanco fibroso. Las capas de molasas del comienzo de la división superior presentan en Las Pilas varias señales de vegetales fósiles con algunas costras carbonosas.

A dos quilómetros al S. de Santa Coloma de Queralt comienza el miembro superior por margas grises azuladas, alternando con molasas de igual color en lechos muy delgados, y se extienden por el N. de la misma villa hasta los confines con la provincia de Lérida, con algunas capas interpuestas de calizas arcillosas tabulares, y, aunque raras, otras de margas rojizas, según se observa cerca de Raurich.

Algunas capas de yesos se intercalan en las inmediaciones de Llorach; y entre este pueblo y Vallfogona, otras de margas negruzcas con *Limnæa* y *Planorbis*, y varios bancos de molasas con impresiones vegetales indeterminables. Por todas partes conservan su horizontalidad,

excepto por bajo de Albió, donde se encorvan con suaves inflexiones, intercalándose otras de puddinga de cantos muy pequeños y con un espesor que no excede de 40 centímetros.

Predominan entre Vallfogona y Forés las calizas arcillosas grises con fósiles de agua dulce, entre las cuales se descubren las margas rojizas y moradas que abundan en el hondo y ancho barranco de Badell.

Forés se halla en el extremo de las aplanadas sierras que limitan esta provincia de la de Lérida, en cuyas cumbres las calizas alternan con las margas de varios colores, principalmente rojizas. A los 160 metros más abajo se halla una faja de yeso blanco, entre la cual sobresale un banco de 75 centímetros de espesor.

Entre Forés y Solivella se extienden las arcillas rojas sabulosas muy plásticas; entre Solivella y Blancafort, con éstas y las margas alternan las molasas, pero más abunda el yeso blanco en vetas y venillas reticuladas, que prosiguen hasta un quilómetro antes de llegar á la Espluga de Francolí.

### Teruel.

Según empieza por advertir el Sr. Cortázar <sup>(1)</sup>, de todos los sistemas terciarios el único que aparece bien deslindado es el mioceno, cuyas capas encierran restos determinables de moluscos y mamíferos que así lo demuestran. «Miocenas son indudablemente, agrega, las calizas y margas fosilíferas de la mancha en que Teruel está edificado, así como los maciños y gonfolitas que con las margas alternan; pero no puede decirse lo mismo de los conglomerados de cantos gruesos que en la cuenca del Alfambra cubren á las calizas, y que en la región septentrional de la provincia sólo muestran contactos con los materiales de la época secundaria. Aun cuando consideramos, en general, á estas rocas como inferiores á las miocenas y

(1) *Bol. Mapa geol. de España*, tomo XII, pág. 435.

correspondientes al sistema oligoceno, como no tenemos seguridad absoluta, nos hemos decidido á exponer en conjunto los datos locales referentes á las dos formaciones.»

Según observaciones posteriores del Sr. Dereims, también hay manchas eocenas en esta provincia.

Las rocas terciarias suman un espesor que pasa de 200 metros en varios parajes de la provincia, lo cual pone de manifiesto la importancia de los lagos en que aquéllas se depositaron; y sus capas, sin perder apenas su horizontalidad primitiva, pues sólo yacen muy inclinadas en pocos parajes próximos casi siempre á los terrenos más antiguos, fueron llevadas á grande altura, y aun hoy, después de haber sido derrubadas, suelen formar tesos más elevados que las sierras antiguas cuyo pie besaban las olas de los lagos. El desagüe de éstos debió de verificarse en distintas direcciones por conductos que marcaron las primeras vaguadas de los actuales cursos de agua, y dieron comienzo á la formación de los valles por donde hoy corren los ríos Guadalaviar, Jiloca, Martín, Guadalope y Matarraña.

Como también se observa en otras provincias, los materiales terciarios, en general más desmoronadizos que los de épocas anteriores, se ven en todas partes surcados por las corrientes que labraron cauces tan profundos como el del río Guadalaviar, en cuyas escarpadas márgenes se ven grandes torreones, con resaltes y cornisas, formados por las margas terrosas y los bancos de conglomerados que allí yacen horizontales. Cuando las capas de caliza, que generalmente coronan las alturas, han sido desigualmente corroidas por las aguas, las vertientes de los valles se asemejan á escalinatas enormes, que suelen terminar en las cumbres de las divisorias de aguas.

En los parajes en que predominan las margas y arcillas, rocas de escasa coherencia, las arroyadas son numerosísimas, y algunas veces de considerable profundidad.

En la región septentrional de la provincia, donde predominan los conglomerados terciarios de cemento duro y gruesos elementos, el suelo forma páramos, interrumpidos por otros de poca altura, y

cortados por los espaciosos valles que dan paso á los ríos Martín, Guadalupe y Matarraña. En la misma región, y fuera de ella, hay, sin embargo, lugares en que los bancos de conglomerado, muy separados de la posición horizontal, forman un suelo agreste, con ásperos cerros y altos farallones, como los de las cercanías de Alcorisa, Calanda y Rafales.

MANCHA PRINCIPAL DE LA CUENCA.—En el extremo septentrional de la parte con que esta provincia contribuye á la cuenca principal, predominan los conglomerados ó gonfolitas; pero allí hay también areniscas ó maciños, margas, arcillas, yesos y calizas. En orden de importancia, los maciños siguen á las gonfolitas, siendo menos abundantes las demás rocas, por más que algunas formen el suelo en varios lugares, como en la Puebla de Hjar, donde las arcillas rojizas con yeso y las gredas yacen en capas extensas.



Fig. 55. —Corte entre Hjar y Alcañiz. según el Sr. Cortázar.

Entre dicho lugar y la villa de Hjar, además de las arcillas, hay maciños y gonfolitas, estas últimas con muchos cantos de caliza marmórea jurásica. Es de notar que los maciños contienen yeso cristalino en nódulos redondos y en venas. Entre Hjar y Alcañiz, los maciños pardo-amarillentos (fig. 55), 1, alternan con gonfolitas, 2, cuyos elementos varían desde un centímetro hasta un cuarto de metro cúbico, intercalándose el yeso blanco cristalino, 3, en riñones y vetillas de uno á cuatro decímetros de grueso, formadas por lo común de fibras perpendiculares á los planos de sedimentación, ó que cortan las capas en diversas direcciones, intercalándose las margas, 4.

Sitios hay en que las gonfolitas pierden toda señal de estratificación, y se presentan en masas roqueñas, de aspecto heterogéneo, que constituyen un suelo duro, pobre en tierra vegetal y muy árido.

Alcañiz está edificada sobre bancos de maciño consistente, de

grano fino y color blanco amarillento, casi horizontales, los cuales, á fuerza de tiempo, han cedido á la acción mecánica del agua, que labró en ellos muchos barrancos y el hondo cauce por donde circula el Guadalupe, á 55 metros más bajo que la ciudad. Entre los bancos de maciño, cuyo grueso varía de dos decímetros á tres metros, hay gredas rojizas con yeso blanco, fibroso, concrecionado, que también se ve en lechos delgados cortando la estratificación general del terreno. Los cerros que se alzan en la llanura suelen estar coronados por bancos de gonfolita, cuyos cantos redondos, procedentes de la caliza jurásica, tienen próximamente el tamaño de un huevo de gallina, y se hallan asociados á trozos de arenisca roja.

Las arcillas y gredas de Alcañiz se han explotado hasta hace pocos años para obtener alumbre, substancia que ya se fabricaba por procedimientos imperfectos á mediados del siglo xviii, beneficiando unas tierras bajas y cenagosas negruzcas (1).

A L. de Alcañiz, en la ermita de Santa Bárbara, término de Valdealgorfa, los maciños, de cemento calizo arcilloso, amarillento-rojizos, en bancos de medio metro de espesor, se extienden hasta el río Matarraña por los términos de Mas del Labrador y Val del Tormo, donde forman un suelo muy quebrado, cubierto de olivares, en el cual se suceden rápidamente los cerros y los valles. Los bancos de maciño se subdividen en lajas cuando han estado expuestos al aire libre, y sobre su tinte general muestran puntos blancos, debidos á la desagregación del carbonato de cal que entra en el cemento.

Hállase Calaceite en la falda de un cerro compuesto de maciños parecidos que alternan en varios sitios con margas rojizas, azuladas, y más generalmente parduzcas, las cuales sirven de base á unas calizas de colores oscuros que yacen en lechos de 10 á 50 centímetros.

En el barranco de Caseras, que se cruza en el camino de Calaceite á Arens, los maciños son alternativamente duros y blandos y terrosos,

(1) Guillermo Bowles, *Introducción á la Historia natural y á la Geografía física de España*. Tercera edición: Madrid, 1789.



en los cuales la acción de las aguas ocasionó muchos hundimientos.

El espesor de las capas de maciño en que se asienta Arens de Lledó varía de 1 á 50 centímetros, y el río Algas, que corre á corta distancia, muestra en su lecho algunas marmitas de gigante, ya enteras, ya rotas, circulares unas y ovaladas otras, de unos 50 centímetros de diámetro y poco más ó menos de profundidad; medidas que dan idea del volumen de los cantos que, movidos por el agua corriente, han labrado en los maciños aquellas oquedades. Por bajo de los maciños que forman las márgenes del río Algas, en el término de Arnés (Tarragona), hay margas silíceas irisadas, en capas de 2 á 10 centímetros de espesor, que se subdividen en fragmentos concrecionados.

Entre Arnés y Valderrobles las capas terciarias se apoyan sucesivamente en las jurásicas y cretáceas, hallándose á su vez cubiertas en varios sitios por los aluviones de los ríos Algas y Matarraña. Valderrobles está edificado sobre los maciños de la margen derecha del Matarraña, maciños que son superiores á las margas, lo mismo que en la cuenca del río Algas; y en estos parajes, á semejanza de lo que sucede en Alcañiz, las gonfolitas constituyen el horizonte más elevado del miembro de los maciños, y yacen en bancos de unos tres metros de espesor. Entre el Matarraña y el arroyo Tastavins, el terciario consta de los siguientes grupos de rocas, contando de abajo para arriba: 1.º, margas sabulosas; 2.º, maciños que alternan con delgados lechos de margas terrosas; 3.º, maciños en gruesos bancos; y 4.º, gonfolitas. Estas últimas, entre el arroyo Tastavins, cuyo cauce está abierto en los maciños, y La Portellada, forman una eminencia, en la cual hay un portillo por donde cruza el camino de Valderrobles, y á L. y P. de ella se ven esparcidos en el suelo grandes nódulos de pedernal, algunos de un cuarto de metro cúbico, con colores grises, rojizos, azulados y blancos, que, cuando se combinan de cierta manera, dan á la roca el aspecto del cuarzo ágata. Aunque se encuentran entre las gonfolitas, esos nódulos han debido de tener por roca matriz la caliza, el yeso, la magnesita ó alguna otra de sedimentación química.

Las capas terciarias se extienden hacia Fórnoles, con bancos gruesos de maciños y gonfolitas, apoyados sobre capas delgadas de marga gris rojiza.

El río Mezquin, afluente del Guadalope, tiene abierta su madre en las gonfolitas de cantos gruesos y cemento arcilloso calífero, que constituyen el horizonte superior del terciario entre Fórnoles, Belmonte y Torrevellilla; junto á este último pueblo, los maciños y gonfolitas se apoyan en las capas jurásicas de Foz de Calanda y Sierra Ginebrosa, y lo mismo acontece en las cercanías de la cañada de Verich, La Ginebrosa, Alcorisa y Calanda.

Las gonfolitas de La Ginebrosa contienen yeso cristalino, de color claro, en masas bastante extensas, lo mismo que sucede en el Mas de las Matas y en Aguaviva, y á la izquierda del río Guadalope, en el término de Mas de las Matas, donde se hallan además las arcillas calíferas con nódulos de pedernal, y las calizas del tramo superior (1), que son de colores amarillento y gris obscuro, fétidas y fosilíferas, extendiéndose hasta Aguaviva, donde contienen *Planorbis* y *Lymnaeas*, lo mismo que en Mas de las Matas. Junto á este pueblo, los cantos de las gonfolitas son aplanados.

En Abenfigo, sobre la margen izquierda del Guadalope, las gonfolitas, subrepuestas al cretáceo, abundan más que los maciños y contienen nódulos de caliza, de uno á dos decímetros cúbicos de volumen; y lo mismo se observa en Molinos, á la derecha del Guadalo-pillo, río que cruza los maciños y gonfolitas hasta las cercanías de Bergé. Entre este pueblo y Alcorisa, las capas terciarias suelen mostrarse inclinadas en contacto con las rocas jurásicas y forman altos farallones; pero donde son próximamente horizontales, sirven de asiento á extensos bancos de yeso amarillento y sacarino, cuyo espesor pasa de un metro.

En análogas condiciones de yacimiento, y con igual abundancia, se

(1) Vilanova, en su *Memoria de la provincia de Teruel*, pág. 110, dice por equivocación que las calizas de Mas de las Matas y Aguaviva son inferiores á las gonfolitas.

presenta el yeso en el término de Calanda, donde se aprovecha en grande escala para las construcciones, aunque suele contener eflorescencias de alumbre, que malean su calidad. El alumbre aparece también entre las caras de sedimentación y de fractura de los maciños, que allí son indistintamente blancos ó rojizos, y yacen en bancos de 60 á 120 centímetros de espesor, con buzamiento de 10° al S. Esa formación yesífera muestra al descubierto un espesor de cinco metros, y en ella se ven, además de los yesos de textura sacarina, rojos, anaranjados y de color de miel, otros que han cristalizado en flecha.

Además de las rocas mencionadas, se ven en Calanda gonfolitas en lechos discontinuos, contenidos entre las caras de sedimentación de los maciños. Los elementos de dichas gonfolitas tienen por término medio unos 100 centímetros cúbicos de volumen, y son, en su mayor parte, de caliza jurásica, procedentes de la inmediata sierra de La Ginebrosa.

Las capas de maciño y gonfolita que se cruzan en el camino de Calanda á Andorra están fuera de su posición normal, y tanto más inclinadas cuanto más se aproximan á las formaciones secundarias. Al N. de Andorra se hallan en contacto con la creta, é inclinan más de 50° en un suelo desigual y áspero. Los maciños de Andorra son rojizos, yacen en bancos casi horizontales, y sirven de base á las gonfolitas que coronan el cabezo en cuya falda septentrional se asienta el pueblo. El valle de Andorra está formado de maciños en gruesos bancos que inclinan, en el Cabezo de la Horca, de 20 á 25° al S. Por bajo asoman los yesos casi en contacto con las calizas jurásicas.

Entre Andorra y Alacón una banda de rocas jurásicas y cretáceas sirve de límite por todos los rumbos, excepto por el SO., á los conglomerados formados, á expensas de las calizas secundarias, de fragmentos angulosos, constituyendo una especie de brecha.

Conglomerados análogos se ven también entre Alacón y Muniésa, junto á la Venta del Junco, donde los elementos de la roca son en su mayor parte calizos y angulosos, viéndose entre ellos algunas guijas de cuarcita, procedentes de la sierra siluriana de Montalbán.

En el término de Blesa hay conglomerados análogos á los descri-

tos, compuestos de cantos angulosos de caliza y cuarcita, que se extienden hasta el límite de la provincia y penetran en la de Zaragoza por los términos de Plenas y Villar de los Navarros.

Los datos anteriormente expuestos se refieren al tramo inferior del sistema, compuesto principalmente de maciños y gonfolitas, rocas azóicas cuya edad geológica se habrá de precisar con estudios bien detallados y minuciosos, y que tal vez ocasionen su inclusión en el oligoceno. Una parte, sin embargo, de esta mancha quedará probablemente en el mioceno por tiempo indefinido.

MANCHA DE TERUEL.—Esta mancha corresponde indudablemente, en totalidad ó en su mayor parte, al sistema que se describe. Las rocas, indudablemente miocenas, abundan en las cuencas de los ríos Guadalaviar, Alfambra, Cella y Jiloca, y en la elevada mesa donde nacen los primeros afluentes del Martín.

El pueblo más septentrional de esta mancha es San Martín del Río, situado sobre las arcillas y margas rojas que suelen constituir la base del sistema, y que forman una banda en las márgenes del Jiloca, desde Calamocha, apoyada sobre el siluriano.

A L. de Calamocha, las arcillas tienen más de 80 metros de espesor, son terrosas y encierran cantos tan poco rodados de cuarcita, que si no se las viese debajo de las calizas fosilíferas miocenas, se las podría confundir con las cuaternarias. Más á L. todavía, en las márgenes del Pancrudo, afluente del Jiloca, cerca de Torre de los Negros, las arcillas y margas rojizas yesíferas, en capas casi horizontales, con un espesor aproximado de 100 metros, sirven de asiento á las calizas duras con *Bithynia pussilla*, Brong. sp., y *Planorbis rotundatus*, Brong., que coronan las alturas de dicho pueblo y las de Cosa y Fuenferrada.

Entre Torre de los Negros y Segura, el mioceno alcanza una altitud de 1250 metros, superior á la de las sierras secundarias y primarias de las inmediaciones, y está compuesto de caliza blanca, con restos de fósiles y nódulos de pedernal, superior á las margas rojizas de Torre de los Negros, y á las gonfolitas y maciños que, cerca de Segura, se apoyan, con gran inclinación, sobre el cretáceo; incli-

nación que van perdiendo á medida que se apartan de este último. Los cantos de las gonfolitas son de tamaños tan desiguales, que varían desde un centímetro á medio metro cúbico.

El corte de la figura 56 da, según Verneuil, idea aproximada de la posición respectiva de las arcillas y margas, 4, y calizas, 5, terciarias que, apoyándose directamente en las areniscas, 1, y calizas, 2, cretáceas, se extienden hasta las inmediaciones de Segura.

La falla que en este caso se presentaría no existe; las diversas rocas que siguen á las calizas de *Lichnus* son concordantes entre sí, y si en el contacto con los materiales cretáceos aparecen inclinadas, van poco á poco tendiéndose, hasta quedar horizontales. Así yacen las

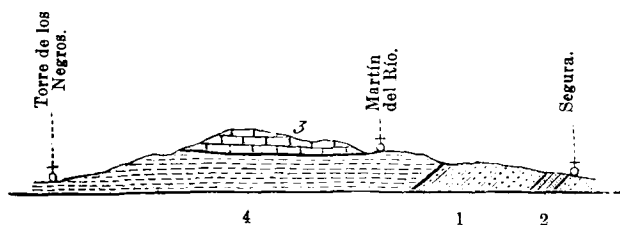


Fig. 56. —Corte de Torre de los Negros á Segura.

capas entre Vivel del Río y Segura; y cerca de Martín del Río se ven esparcidos sobre las gonfolitas numerosos cristales de yeso en flecha. Entre Martín del Río y Montalbán las gonfolitas yacen casi horizontales; pero al S. de la ciudad ha sido de tal modo trastornado el suelo, que las capas miocenas aparecen hasta invertidas, sirviendo de base á los materiales secundarios.

Subiendo por el valle del Jiloca, desde Calamocha á Cella, encuentranse todas las rocas esenciales del terciario, pero no agrupadas, pues son pocos los sitios donde la serie completa se muestra al descubierto. En Buena, por ejemplo, predominan los maciños y gonfolitas, y en Aguatón sólo se ven las margas y calizas blancas, con fósiles, si bien en uno y otro las hiladas miocenas se apoyan en las jurásicas y buzan ligeramente al SE. Sobre las jurásicas de sierra Palomera se apoyan también las terciarias que se extienden á L. de Torremocha, constituidas por areniscas, margas, gredas y calizas,

con *Planorbis* y *Bithynias*. Todas estas rocas muestran colores variados, entre los cuales predominan el blanco y el rojizo.

En Cella, los maciños, gonfolitas y calizas compactas fosilíferas, de color gris y fractura desigual, se apoyan en las rocas jurásicas, donde nace la fuente más caudalosa de la provincia.

Entre Monreal y Singra disminuye mucho el espesor del terciario, reduciéndose á 10 metros el de las pudingas en el llano de Torremocha; y más al S., frente á Caudet, se marca un eje anticlinal, en el cual el triás y el jurásico inferior apenas están cubiertos por aquéllas.

Los materiales terciarios de la cuenca del Jiloca pasan á la del Alfambra por tres parajes distintos: uno entre Cella y Caudet, otro entre Torremocha y Alfambra, y el tercero en el término de Pancrudo, entre Torre de los Negros y Rillo.

Al NE. de Pancrudo forman cerros redondeados los maciños, gonfolitas y calizas, apoyados sin discordancia en el cretáceo. Las calizas son de color gris azulado y gris rojizo, compactas, algo terrosas y de fractura desigual; contienen fósiles miocenos, y yacen bajo los maciños y gonfolitas, rocas que en Rillo y en otros lugares de la cuenca del Alfambra, donde se presentan encima de las calizas, sólo con duda pueden ser consideradas como miocenas, ya que la composición normal del mioceno, en los parajes donde aparecen agrupados sus materiales, es la siguiente:

*Grupo inferior.*—Margas, arcillas y gredas rojas, que alternan con bancos de maciño y gonfolita. Espesor aproximado, 100 metros.

*Grupo superior.*—Capas de yeso de textura sacarina, en alternación con otras de margas yesíferas, terrosas, generalmente blanquecinas, que sirven de asiento á las últimas hiladas miocenas, es decir, á las calizas con *Lymnaea longiscata*, Brong.; *Planorbis rotundatus*, Brong.; *P. cornu*, Brong., y *Bithynia pusilla*, Brong. sp. Espesor aproximado, 180 metros.

«Debe, pues, suponerse, advierte el Sr. Cortázar, que las gonfolitas de Rillo y de otros lugares de la cuenca del Alfambra, donde carecen de fósiles, son pliocenas, ó tal vez postpliocenas, si se admite

que las calizas fosilíferas infrayacentes representan los últimos sedimentos del lago terciario.»

A causa, según el Sr. Dereims, de un levantamiento de las calizas jurásicas, las pudingas superiores desaparecen en la Venta del Caracol, á cuatro quilómetros al S. de Perales, y reaparecen más al N. de este pueblo. El mismo geólogo advierte que pudieran referirse al eoceno las pudingas de la cumbre de la sierra Palomera que participaron de los movimientos de ésta, pues sus capas se levantan verticales como las calizas jurásicas de la Peña, así como las que se apoyan sobre el jurásico y el cretáceo en el valle del Alfambra y en Mezquita; pero la edad de estos conglomerados y de las margas que con ellos yacen no se podrá fijar hasta que se haya hecho un estudio muy minucioso de todo el terciario del N. de España (1).

Entre Rillo y Perales de Alfambra, las expresadas brechas cubren á unas calizas gris-amarillentas, que á su vez se apoyan sobre otras negras, duras y jurásicas, lo cual indica que allí la serie de los estratos miocenos está incompleta; falta que se explica observando que los materiales secundarios de Rillo, separados hoy por una banda terciaria, debieron formar en el lago mioceno un estrecho poco profundo, en el cual sólo se depositaron las rocas más modernas, después que las de los niveles inferiores hubieron rellenado las grandes concavidades del fondo.

El lago mioceno debió de alcanzar mayor profundidad entre Perales de Alfambra y Alfambra que en los parajes antes mencionados, y así lo demuestra la existencia de las tierras rojas y los maciños del grupo inferior. Alfambra está edificada sobre estas rocas, entre las cuales hay yeso cristalizado en flecha, y las que en el camino de Perales se hallan asociadas á unas calizas compactas, de color gris y fractura concoidea, inclinadas 15° al SO.

Al O. de Alfambra, en dirección á Torremocha, las calizas fosilíferas forman la cumbre de los oteros, se apoyan en las margas rojas con yeso cristalizado, y lo mismo se observa al SO. de la villa, si-

(1) *Recherches géol. dans le Sud d'Aragon*, pág. 188

guiendo el camino de Celadas, donde asoman también algunos bancos de conglomerados, cuyos cantos proceden del jurásico. Todas las capas miocenas de los alrededores de Alfambra, cuando no yacen horizontales, buzan con escasa inclinación hacia el SE. Dichas calizas se prolongan río abajo por Peralejos, Villalba Baja, Cuevas Labradas y otros lugares de la misma cuenca; son de estructura cavernosa, y contienen *Lymnæas* y *Planorbis* (*L. acuminata*, Brong., y *P. cornu*, Brong.), sirviendo de asiento en Villalba á los conglomerados más modernos.

Lo propio sucede al S. de Villalba Baja, en Tortajada, donde, sobre las compactas, de color gris amarillento, se ven también los conglomerados, prolongándose hacia el E., tal vez unidos con los de las cercanías de Corbalán.

Al O. y al S. de Tortajada, en los términos de Caudet, Concud y Teruel, las calizas fosilíferas miocenas suelen constituir la cumbre de los cerros en espacios muy dilatados.

De dichos pueblos, Concud es el más nombrado, por contener en su término un yacimiento de huesos fósiles que desde muy antiguo llamó la atención de los naturalistas. El P. Torrubia y el P. Feijóo citan en sus obras el depósito osífero de Concud, y Bowles, después de haberle reconocido detenidamente, lo describe en estos términos: «Saliendo del lugar hacia el norte, se suben y baxan tres colinas pequeñas; y después se llega á una que llaman Cueva-rubia, por una especie de tierra roxa que las aguas de un barranco han descubierto. La cima de la colina adyacente al barranco es de una peña parda de cal, mas ó ménos dura, en capas de dos y tres piés de grueso, llena de conchas terrestres y fluviales, como caracolillos, bucinos, etc. Hay también en el centro de las mismas peñas muchos huesos de buey y dientes de caballo y burro, con otros huesecillos de animales menores domésticos. Muchos de estos huesos se conservan como los que se ven en los cementerios; otros se han calcinado, y se hallan algunos sólidos, y otros que se deshacen en polvo. Se hallan tibias y fémures de hombres y mujeres, cuya cavidad está llena de una materia cristalina. Hay astas de bueyes mezcladas con

fémures y otros huesos de diversas articulaciones. Los hay blancos, amarillos y negros, todos mezclados y revueltos, de modo que en algunos sitios se ven siete y ocho tibias, ó canillas de hombre juntas, sin ningun orden.»

No hay necesidad de decir que es completamente errónea la determinación que de los huesos fósiles hizo Bowles, el cual, á pesar de esto, y creyéndose en posesión de la verdad, trató con cierto desdén á los autores que antes que él habian hablado del depósito osífero de Concud.

Maestre visitó también los alrededores de Concud, y entre las rocas que allí dice existen, menciona «una capa de tierra vegetal de color obscuro y con aspecto de lodo desecado, donde se encuentran infinidad de huesos de mamíferos de varios géneros, como *bueyes*, *hienas*, *caballos*, etc.; dientes de los mismos animales, huesos y molares tuberculosos de *mastodontes*, cuya especie no se ha podido determinar; incisivos de un rumiante que debía tener grandes dimensiones, etc. Por más cuidado que he puesto, añade el Sr. Maestre, igualmente que otras personas de conocimientos, en registrar todos los restos fósiles de aquel terreno, no hemos podido encontrar cosa que pueda confundirse con las procedentes del cuerpo humano. á pesar de lo que afirma Bowles.»

Casi todos los restos de mamíferos encontrados en Concud pertenecen á una sola especie, el *Hipparion gracile*, Christ., cuyos individuos quedaron sepultados entre las capas miocenas, donde hoy yacen esparcidas y mezcladas las diversas partes de sus esqueletos. Otros herbívoros, además del mencionado, dejaron allí sus despojos, como el *Antilope Boodon*, P. Gerv.; el *A. sansaniensis*, P. Gerv.; el *Cervus dicroceros*, Lartet, y debió ser más raro el *Tragoceros amaltheus*, P. Gervais, del cual proceden varios molares hallados por Vilanova, que recogió también un diente canino de un gran animal carnívoro, y una mandíbula completa del *Hyænictis græca?*, Gaudry. El Sr. Cortázar encontró, además, dos molares del *Sus palæochærus*, Kaup.

El orden con que se suceden las capas miocenas, inclinadas 6° al

SO., entre las cuales yacen los restos de mamíferos, es el representado en la figura 57.

1.—Calizas jurásicas.

2.—Caliza de color gris obscuro = 5 metros.

5.—Caliza blanquecina = 2 metros.

4.—Margas de color gris, con restos de moluscos terrestres y fluviales, intercalándose un lecho de guijas de calizas, de 50 centímetros de espesor = 1 metro.

5.—Lecho de lignito terroso = 0<sup>m</sup>,20.

6.—Arcilla de color obscuro con restos de moluscos y huesos de mamíferos = 0<sup>m</sup>,40.

7.—Arcillas silíceas = 0<sup>m</sup>,50.

8.—Margas y arcillas rojas = 50 metros.

Con arreglo á otro corte trazado por el Sr. Dereims entre Concud y el Campillo, las margas rojas y los conglomerados de guijo menu-

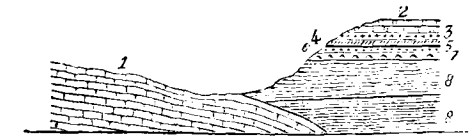


Fig. 57.—Corte por las cercanías de Concud, según el Sr. Cortázar.

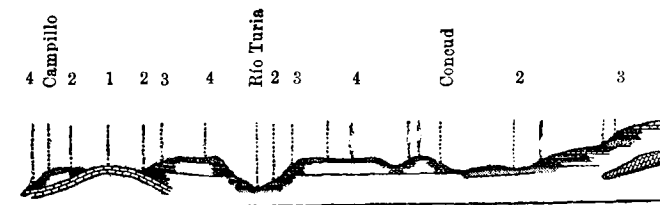


Fig. 58.—Corte de Campillo á Concud, según el Sr. Dereims.

do de la base del sistema, 2 (fig. 58), se apoyan sobre las calizas bajocenas con *Perisphinctes Martinsi*, 1, que afloran en el barranco de la Cueva Rubia, cerca de Concud, con 70° de inclinación al O. Los conglomerados desaparecen casi del todo en la parte superior, compuesta principalmente de margas y arcillas rojas con algunos lechos de arenas y areniscas ferruginosas, inclinados 5° al SO.

Sobre estos estratos yacen las margas blancas y las calizas margosas, 5, que coronan las mesetas y lomas de Santa Bárbara y otras que rodean á Teruel, y en las cuales abundan, entre otros fósiles, los siguientes: *Planorbis Mantelli*, Dunk.; *P. (Gyrorbis) declivis*, Braun.; *P. cf. Mariae*, Mich.; *Lymnaea Heriacensis*, Font.; *L.* del grupo *L. turrita*, Klein; *Glaudina inflata*, Reuss.; *Helix moguntina*, Desh.; *Hidrobia ventrosa*, Mont.; *Valvata*, etc.

Las margas son especialmente fosilíferas cerca del Campo Santo de Teruel, junto á los caminos de Alfambra y el Campillo, y en muchos sitios están cubiertas por bancos de pudingas que suelen tener de dos á tres metros de espesor, y que llegan hasta 12 junto á la Casa de San Vicente de Paúl.

En la parte inferior de las margas blancas hay una capa más arcillosa, 4, de 40 centímetros de espesor, que se explotó hace tiempo por su riqueza en fosfato, y que contiene muchos restos de mamíferos, entre otros de *Hipparion gracile*, Kaup.; *Hyænicis græca*, Gaudry; *Tragocerus amaltheus*, Gaudry; *Gazella*. Las margas blancas con abundancia de *Planorbis Mantelli* tienen 75 metros de grueso en el barranco de Cueva Rubia, y contienen varios lechos de yeso, alguno de los cuales se explota.

También se encuentran restos del *Hipparion gracile* en el cerro de Santa Bárbara y otros de las inmediaciones de Teruel.

Teruel está edificado en un terreno parecido al de Concul, compuesto de arcillas y margas rojas, de yesos y de calizas fosilíferas, apareciendo estas últimas, cuando existen, en los horizontes superiores, con abundancia del *Planorbis cornu*, Brong. Las capas del miembro inferior se desagregan fácilmente y están llenas de arroyadas con resaltes escarpados, debidos á los bancos de conglomerado que hay entre las tierras rojas, las cuales contienen venas yesosas y cristalinas, de gran extensión y unos 10 centímetros de grueso, que las cruzan con diversas direcciones é inclinaciones.

Sobre las tierras rojas hay una marga yesífera, en la que el carbonato de cal se transformó en sulfato, mediante acciones posteriores á la sedimentación de las rocas miocenas; y así debe creerse ob-

servando las relaciones de las calizas superiores con la formación yesífera, y en vista de los fósiles que ésta encierra, pertenecientes á moluscos y á otros diversos seres, en capas arcillosas que están en contacto con el yeso, donde se encuentran restos de peces (*Clupea*) y de batracios, huesos de mamíferos, dientes molares de diversas especies, y una mandíbula de *Palæomeryx*, parecida al *P. pygmaeus*, Meyer, la *Glaudina inflata*, con un *Helix*, de forma globosa, parecido al *H. (Campylea) insignis*, Schübler. El yeso de esta formación se presenta en bancos, y es de textura sacarina, llamándose *tosilla* á los de la parte superior, que son los fosilíferos, y *pedra buena* á los de la inferior, más á propósito para las construcciones. Al NO. de la capital, las calizas sobrepuestas á las margas yesíferas forman varias eminencias, como la Peña del Macho, en cuya base hay una capa de lignito turboso de 50 centímetros de espesor, que ha sido objeto de investigaciones inútiles. Este horizonte carbonoso, que es el mismo que el de los huesos fósiles de Concul, es reemplazado, en ciertos sitios, por mineral de manganeso, el cual también fué objeto de explotaciones de escasa duración.

Corresponden las margas fosilíferas de Teruel al mioceno superior, ó edad pontiense, durante la cual esta comarca estaba ocupada por lagunas y lagos en los cuales la sedimentación variaba con frecuencia, á juzgar por las diferencias muy grandes en la naturaleza de los elementos que en ellas se depositaron. Uno de los ejemplos más notables de estas variaciones puede verse en el barranco Salobral, á cinco quilómetros al NE. de Teruel. En la colina que separa ese barranco del camino de Alfambra, frente á los baños de este pueblo, sobre las calizas jurásicas, 1 (fig. 59), se apoyan las pudingas, arenas y margas rojas, 2, con un espesor de 50 metros, y á ellas siguen, con otro tanto de grueso, las margas blancas, 3, con *Planorbis Mantelli* y bancos de yeso, coronados por otro de caliza más dura. Lo mismo que en Concul las capas con *Hipparion*, *c*, yacen inmediatamente sobrepuestas á las de yeso, *b*.

Las arenas y las margas rojas desaparecen casi enteramente en el citado barranco, y asoman en su lugar otras margas verdes y rojas en

lechos de grueso variable entre un centímetro y un metro, intercalándose otros más potentes de yeso. Entre uno de éstos abundan los cristales de teruelita, y por su conjunto abigarrado tienen cierto parecido con las margas triásicas, agregándose además la circunstancia de contener muchos cristales bipiramidales de cuarzo rojo (jacintos de Compostela). En los bancos superiores de las margas se intercalan areniscas rojizas, algunas bastante duras, terminando la serie las calizas compactas no fosilíferas, á las que cruza el camino de Corbalán. Los mismos bancos afloran sobre las márgenes del río Seco, donde ya son más escasos los cristales de teruelita.

En los términos de Valdecebro, Gastralbo y Campillo, la serie miocena se presenta incompleta, no viéndose en muchos parajes más

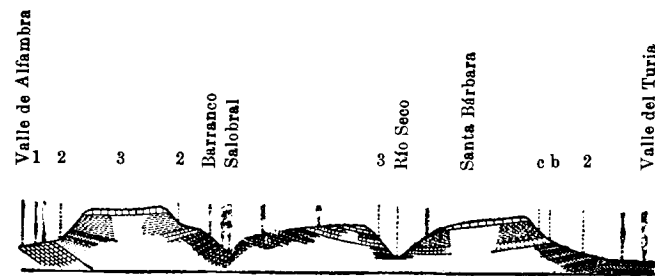


Fig. 59.—Corte del valle de Alfambra al del Turia, según el Sr. Dereims.

que los conglomerados ó las tierras rojas con venas de yeso, del grupo inferior, las cuales constituyen en gran parte las dos márgenes del Guadalaviar, entre Teruel y Villel, y que en este último término y Villaestar descansan sobre las de la época secundaria, horizontales ó con ligeras inclinaciones. Las calizas miocenas fosilíferas coronan los cerros de Villaespesa, situada al pie de un otero, en la margen izquierda del río.

MANCHA DEL RINCÓN DE ADEMÚZ.—Si bien en su mayor parte corresponde esta mancha á la provincia de Valencia, la fracción septentrional, perteneciente á Teruel, es la que más detalladamente se conoce, por hallarse en ella el criadero de azufre de Libros. Entre este pueblo y Cascante, por el extremo NE. de la mancha, las margas y

calizas miocenas, 2 (fig. 60), con marcada inclinación meridional se apoyan en las margas yesíferas del triás, 1, más fuertemente levantadas.

Con arreglo á otro corte trazado por el Sr. Dereims <sup>(1)</sup> entre Libros y el Morrón de la Nava, sobre las margas irisadas, 1 (fig. 61), y



Fig. 60.—Corte de Cascante á Libros, según el Sr. Cortázar.

las calizas dolomíticas, 2, que califica de infraliásicas, dobladas unas y otras en un anticlinal, yacen discordantes, con menor inclinación al SO., los conglomerados, areniscas y margas rojas, 5, que suman un espesor de unos 100 metros. Los conglomerados abundan principalmente en la base, y están formados casi del todo de cantos de caliza jurásica; pero también encierran fragmentos de las cuarcitas silurianas del Collado de la Plata. Las margas yacen más desarrolladas en la parte superior, donde alternan con areniscas ferruginosas no fosilíferas, y en los bancos más altos se hacen yesíferas y bituminosas, intercalándose algunos lechos de caliza en que se encuentran *Planorbis Mantelli*, Dunk.; *P. (Gyrorbis) declivis*, Braun, y *Lymnaea Heriacensis*, Font.

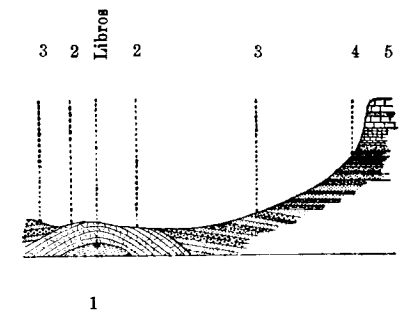


Fig. 61.—Corte por el Morrón de la Nava, según el Sr. Dereims.

Esta zona margosa, 4, que mide 70 metros de grueso, encierra hacia su parte media el criadero de azufre, substancia que moldea las tres especies fósiles mencionadas; y en lo alto del Morrón de la

(1) *Recherches géol. dans le Sud d'Aragon*, pág. 472.

Nava se sobreponen á aquélla, con 55 metros de grueso, las calizas compactas, 5, más ó menos dolomíticas, y en que se ven, aunque raros, algunos ejemplares del *Planorbis Mantelli*, de paludinas, etc. En medio de estas calizas encaja un banco de conglomerado de cinco metros de potencia, cuya presencia demuestra, según advierte el

Sr. Dereims, que el régimen de sedimentación fué bastante variable al fin de la edad pontiense, en el lago del Rincón de Ademuz.

Según las observaciones que hace bastantes años hizo Braun <sup>(1)</sup>, el mioceno de esta mancha consta de dos grupos. El inferior, que mide más de 100 metros de espesor, se compone de gonfolitas, maciños de pasta arcillo-ferruginosa y tierras rojas, generalmente arcillosas, que en las capas superiores pasan á margas, las cuales se hallan atravesadas por venas de yeso cristalino. El grupo superior está constituido de margas yesíferas, alternantes con lechos delgados de caliza fosilífera, dispuestos con arreglo al corte de la figura 62, que trazó el Sr. Cortázar <sup>(2)</sup>, teniendo en cuenta las observaciones del citado Braun:

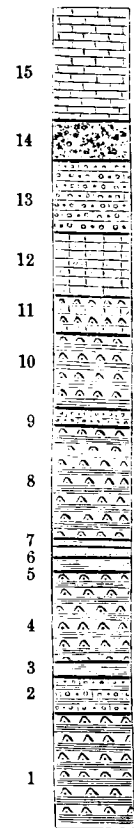


Fig. 62.

1.—Margas y yeso sacaroide = 15 metros.

2.—Marga bituminosa, con caliza fosilífera = 5 metros.

3.—Marga bituminosa, con restos vegetales = 2 metros.

4.—Yeso sacaroide y margas = 12 metros.

5.—Marga yesosa y bituminosa = 2 metros.

6.—Marga yesífera con azufre, que en la parte inferior contiene restos de plantas acuáticas y de las especies de *Planorbis* y *Limnaea* antes citadas, y en la parte superior, que es una mezcla de marga bituminosa y azufre, hay también muchos fósiles lacustres completamente incrustados en la roca = 1 metro.

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, tomo XII.

(2) *Bol. Mapa geol.*, tomo XII, pág. 454.

7.—Marga yesosa y bituminosa = 1 metro.

8.—Yeso sacaroide y margas, con nódulos de azufre y cristales de yeso = 15 metros.

9.—Caliza compacta, algo silicea, azufrosa, con limneas y otros fósiles = 2 metros.

10.—Margas con yeso sacaroide = 10 metros.

11.—Yeso sacaroide que en la última capa contiene nódulos esferoidales de caliza magnesiana = 5 metros.

12.—Dolomía rojiza = 8 metros.

13.—Caliza magnesiana, amarillenta, con muchos moldes de paludinas = 10 metros.

14.—Gonfolita de composición semejante á la de la base, pero su cimiento es róseo en vez de rojo = 5 metros.

15.—Caliza bituminosa, algo magnesiana, que corona la cumbre del Morrón de la Nava = 15 metros.

Todas las capas buzan unos 6° al E.

### Valencia.

En el Rincón de Ademuz, por los confines de Aragón, entre Torresbajas y Mas del Olmo, el mioceno mide un espesor de 180 metros, y aunque generalmente los bancos yacen horizontales, hay sitios en que inclinan de 10 á 12° al SE. En Mas del Olmo se encuentran hacia la base de la formación unas arcillas rojizas y terrosas, calíferas en unos puntos, mezcladas con arenas y transformándose en greda en otros, y al N. del mismo pueblo alternan con ellas unos conglomerados de cantos gruesos, débilmente unidos por una pasta arenosa.

Sobre ambas especies de rocas, en Torresbajas se desarrollan unos maciños de grano grueso y rojizos en lechos delgados, á los que siguen en orden ascendente las calizas tiernas con *Planorbis* y *Limnaea*. Debajo de estas últimas y de los maciños, asoman unas margas róseas y terrosas entre Casas Altas y Casas Bajas.



Los citados conglomerados se transforman por tránsitos poco sensibles en verdaderos maciños, como se ve en ciertos bancos cuya cara superior se halla por completo formada de menudos elementos, al paso que la inferior lleva engastados cantos muy gruesos. En su cimiento suelen encontrarse algunos cristales de cuarzo apuntados y teñidos de rojo procedentes de las margas triásicas.

Son notables en el mismo Rincón unos conglomerados gruesos, sensiblemente horizontales, con cantos de caliza de enorme tamaño, que en el término de Castielfabib, á la derecha del río Ebrón, yacen próximos á otros muy inclinados y evidentemente triásicos. Parecen superiores á los materiales antes descritos, y deben ser los últimos sedimentos del lago mioceno ó los primeros de la época cuaternaria, lo cual parece más verosímil á los Sres. Cortázar y Pato <sup>(1)</sup>, pues, según se observa en todas partes, los estratos miocenos más recientes son siempre de naturaleza caliza.

### ARTICULO III

#### CUENCA DEL TAJO Y DEL GUADIANA

De igual modo que las cuencas hidrográficas del Duero y del Ebro formaron en la época miocena un solo lago, las del Tajo y del Guadiana estaban también reunidas en otro que tendría probablemente comunicación con aquél hacia el N. de Guadalajara, y otra con el mar en los confines de Albacete y de Valencia.

A pesar de que esta cuenca miocena es poco menor en extensión que la anterior, de ella tenemos muchos menos datos de detalle, tanto porque, en conjunto, es de más sencilla composición, cuanto porque varias de las provincias á que afecta han sido todavía muy poco estudiadas.

Según ya han observado cuantos geólogos han examinado esta

(1) *Descr. fís. y geol. de la prov. de Valencia*, pág. 264.

cuenca, independientemente de las interrupciones y modificaciones de las capas terciarias, se presentan otros accidentes dignos de anotarse. Si bien las más de las veces las de la división superior yacen horizontales, en rigor no es así, pues en conjunto ofrecen una pendiente general, por más que se reduzca á menos de un metro por quilómetro. Así, por ejemplo, desde Algora, último pueblo del páramo de la Alcarria, que dista más de 200 quilómetros al NE. de Madrid, y en el cual se halla la línea de unión del terciario y el cretáceo, hasta Ocaña, hay un descenso de unos 500 metros; hasta Ciudad Real y Albacete de 400, y hasta Barciencia, al N. de la provincia de Toledo, de unos 500. Este descenso ocurre en el mismo sentido que la línea principal de desagüe de la cuenca, y otro tanto sucede en las de Castilla la Vieja y Aragón. «Admitiendo que las aguas del gran lago en que estos terrenos se formaron, agrega Prado, ofrecían una corriente, si bien sumamente lenta, en la misma dirección hacia los cauces por donde probablemente se dirigían al mar, se pudiera admitir también que los sedimentos que en el fondo se depositaban ofrecían la misma levisima inclinación. Aparte de esta pendiente, la superficie general tampoco es perfectamente uniforme, aun prescindiendo de los espacios rebajados por la denudación, sino que forma un conjunto de partes cóncavas y convexas, por más que sean en extremo achatadas é insensibles á la vista, miradas desde lejos, en medio de otras verdaderamente planas. Estos accidentes se pueden explicar por el asiento desigual del terreno.»

En la zona caliza, que es la que sufrió menos deformaciones, aunque en pequeños espacios, se ven en algunos puntos las capas inclinadas hasta 50°, fracturadas y también en largos trechos separados, según se nota entre Valdemoro y Esquivias, é igualmente cerca de Torres y de Campo Real, efecto que acaso sea debido á alguna roca plutónica, que en su ascensión no llegó hasta la superficie, si bien esto se hace difícil creerlo, puesto que, hasta ahora, ni en el terreno terciario, ni aun en el cretáceo, se han visto asomos de rocas de esta clase en la cuenca del Tajo.

## ENUMERACIÓN DE LAS MANCHAS

**GRAN MANCHA CENTRAL.**—Llega á P. hasta Toledo, desde donde la limitan las fajas aluviales del Tajo hasta Aranjuez, del Jarama entre Aranjuez y Mejorada, y del Henares desde Mejorada hasta Alarilla. Entre este lugar y Velilla confina al NO. con el diluvial, y sus linderos septentrionales los forma el cretáceo hasta Huermedes, donde remata la mancha sumamente estrecha, para avanzar al NE.

El mismo cretáceo, con la intrusión de varias fajitas jurásicas y liásicas en las márgenes del Tajo, del Guadiela y del Escabas, la limita por el E. hasta Cardenete, donde toca al jurásico, prolongándose un apéndice entre el trias sobre la izquierda del Cabriel entre Euguidanos y Pajazo. Al NE. de este último pueblo toca una manchita jurásica, otra cretácea al E. del mismo, una diluvial, y al SE. un islote triásico y otro jurásico. Vuelve á estar en contacto con la creta entre Contreras y Alborea; hace después otro apéndice á modo de golfo en las márgenes del Júcar, entre Jorquera y Balsa de Ves, y completa sus linderos orientales otra vez el cretáceo desde Villa de Ves hasta Pozuelo de Albacete.

A partir de Toledo, completan sus confines occidentales el granito hasta Villanueva de Bogas, el siluriano y el cambriano con un islote granítico en Camuñas hasta Herencia y Alcázar, y el diluvial apoyado sobre el siluriano entre Alcázar y Pozuelo de Calatrava.

Los límites meridionales están formados por el siluriano, acompañado de fajas cuaternarias entre dicho Pozuelo y Villanueva de los Infantes, y por el trias en su remate hasta Pozuelo de Albacete.

En esta mancha están edificadas Albacete, Guadalajara, Chinchón, Pastrana, Sacedón, Brihuega, Cifuentes, Cogolludo, Priego de Cuenca, Huete, Tarancón, Motilla, San Clemente, Casas-Ibáñez, La Roda, Belmonte, Quintanar de la Orden, Lillo, Ocaña, Madridejos, Mauza-

nares, Daimiel, Valdepeñas y varios centenares de villas, lugares y aldeas de dichos términos judiciales y de los de Ciudad Real, Almagro, Villanueva de los Infantes, Chinchilla, Alcázar de San Juan, Toledo, Cuenca y Alcalá de Henares.

De ella corresponden 1555 kilómetros cuadrados á la provincia de Madrid, 5926 á la de Guadalajara, 5789 á la de Toledo, 11092 á la de Cuenca, 4662 á la de Albacete, 4041 á la de Ciudad Real y 24 á la de Valencia.

**MANCHA DE JETAPE.**—Entre Torrijos y Villaverde, á P. de la principal, se extiende una faja irregular limitada al O. y en su remate meridional por el diluvial, la cual comprende 450 kilómetros cuadrados de la provincia de Madrid y 455 de la de Toledo.

**OTRAS MANCHAS MATRITENSES.**—Al O. de la principal, y separada superficialmente por los aluviones del Jarama y del Manzanares, hay otra mancha limitada al N. por el diluvial, comprendida entre Villaverde, Madrid, San Fernando y Velilla de San Antonio.

Entre el diluvial asoman dos islotes en Batres, otro en Quijorna, otro en Coslada, dos en Paracuellos de Jarama, otro en Daganzo de Arriba, otro en Daganzo de Abajo y Camarma, y dos entre Meco y Villanueva de la Torre. En Torrelaguna se ven dos islotes alargados: el oriental encajado entre el diluvial y los aluviones del Jarama, y el occidental entre el diluvial y la faja cretácea del Molar. Más á P. hay otro islote entre el cretáceo y el estrato-cristalino que cruza entre Venturada y Cabanillas de la Sierra. Suman estos islotes 132 kilómetros cuadrados de extensión.

**FAJITA DE LA SIERRA DE PELA.**—La cumbre de la sierra cretácea de Pela, en la divisoria del Duero y el Tajo, está en parte formada por una fajita terciaria que ocupa seis kilómetros cuadrados en la provincia de Guadalajara, cuatro en la de Soria y uno escaso en la de Segovia, y de la cual ya se dijo algo en la pág. 542.

**OTRAS MANCHAS DE LA PROVINCIA DE GUADALAJARA.**—Entre la faja cretácea del Molar y el cuaternario asoma una fajita alargada en Valdepeñas de la Sierra; hay un islote entre el diluvial en Usanos, otro entre el cretáceo en Ocentejo, y otro también en el mismo sis-

tema en Recuenco. En medio del jurásico hay otro en Tordellego; otro en Prados Redondos, que toca por el N. al trias, y otro entre el jurásico y el trias al O. de Piqueras. Todos juntos suman 62 quilómetros cuadrados.

OTROS ISLOTILLOS CONQUENSES.—A 14 quilómetros cuadrados se reduce la extensión de dos islotes que yacen sobre el cretáceo entre Fuente-Escusa y Poyatos, y de otro sobrepuesto al jurásico en la ermita de Santa Cristina, á la derecha del río Guadiela.

OTROS ISLOTILLOS DE CIUDAD REAL.—Enclavados en el siluriano de Sierra Morena, se dibujan uno en Castellar de Santiago y dos al SE. de Santa Cruz de Mudela y cerca de Torrenueva, que suman unos 46 quilómetros cuadrados de extensión.

MANCHA DE FUENTE ÁLAMO.—Entre Higuera (Albacete) y Letur (Murcia) se extiende una de las manchas de contornos más irregulares que se figuran en el Mapa, subdividida en tres porciones unidas por cortas fajas á modo de istmos. La porción más septentrional está limitada al S. por el jurásico, el trias y el cuaternario, y en los otros rumbos por el cretáceo. La porción media, cruzada entre Hellín y Calasparra por la vía férrea de Cartagena, toca por el N. al trias, por el E. y el S. al trias, al cuaternario y al cretáceo, y por el O. al trias, acompañado de un islote jurásico. La porción meridional, atravesada por el Segura entre Letur y las minas de Hellín, está cercada al O. por el cretáceo, al N. por el trias, al E. por islotes de ambos sistemas, y al S. por el aluvial y el eoceno. Mide esta mancha 1257 quilómetros cuadrados en la provincia de Albacete y 256 en la de Murcia.

MANCHITA DE FUENTE LA HIGUERA.—Al S. de Fuente la Higuera cruza la vía férrea un islote limitado á P. por el cretáceo y en los demás rumbos por el plioceno. Sólo mide 12 quilómetros cuadrados en la provincia de Valencia y 4 en la de Albacete.

OTRAS MANCHAS DE LA PROVINCIA DE ALBACETE.—Enclavados en el trias hay un islote entre Alcaraz y Viaños, tres entre El Balletero y Masegoso, uno al N. de San Pedro y otros tres al E. de Lietor, el último de los cuales toca al diluvial. Entre el trias y el cretáceo hay

uno en Fontanar de Alarcón; sobrepuesto al cretáceo, otro en Peñas de San Pedro, y al jurásico otro en Fuentehiguera. Todos estos islotes suman 72 quilómetros cuadrados de extensión.

MANCHAS HISPANO-PORTUGUESAS.—Al O. de Badajoz hay dos manchas portuguesas que penetran en territorio español, y que están figuradas como terciarias en el Mapa general. La mayor se extiende en una faja entre Elvas y Albuquerque, limitada á P. por el cambriano acompañado de islotes porfídicos, y al NE. y E. por el diluvial. La otra mancha está enclavada en el siluriano al O. de Olivenza, cruzándola el Guadiana en su parte media. La parte española de las dos ocupa 55 quilómetros cuadrados.

OTRAS MANCHAS EXTREMEÑAS.—La mayor mancha extremeña está comprendida entre Badajoz y Almendralejo, cercada al O. y al N. por el diluvial y el siluriano, al E. por este último y el cambriano, y al S. por este último. Al N. de Badajoz hay otra manchita en forma de herradura, que envuelve un islote cambriano atravesado de porfidos, y á su vez está envuelta por el diluvial. Al NE. de la principal hay otras cinco: una pequeña en Mérida, entre el granito y el siluriano; otra alargada entre Zarza y el río Ortigas, limitada al NE. por el granito y en los otros rumbos por el diluvial; otra que se extiende desde Mengabril hasta La Serena, cruzando al pie de Don Benito y de Villanueva, que confina al N. y O. con el diluvial, al S. con el granito y al E. con el siluriano y el cambriano; otra enclavada con este último, ocultándose al N. bajo el diluvial cerca de Acedera, y otra envuelta por el diluvial y tocando por el S. al cambriano, entre Navalvillar de Pela y Casas de Don Pedro. La extensión de las seis manchas es de 1613 quilómetros cuadrados.

## DATOS LOCALES

**Toledo.**

Los conglomerados y maciños que abundan tanto en la parte alta de la cuenca, desaparecen casi por completo al otro lado del Tajo, pues apenas se encuentran con muy pequeños espesores en las provincias de Toledo y Ciudad Real, en las cuales la constitución del terciario se reduce casi por todas partes á las margas y arcillas yesíferas del tramo medio y á las calizas con que termina el sistema, acompañadas de pedernal en varios sitios ó con algunos lechos de arena en otros, y de carácter local, pues no suelen encontrarse en el mioceno de otras provincias.

Según advierte el Sr. Cortázar <sup>(1)</sup>, repetidos y fuertes arrastres produjeron multitud de barrancos y fuertes denudaciones en las capas terciarias, habiendo quedado en algunos puntos altozanos y cerros, entre los cuales sobresalen los de Villaseca y Villaluenga, donde las capas horizontales se alzan hasta 150 metros sobre los llanos del Tajo. También llegan á tanta ó mayor altura los cerros de Añover; pero éstos forman parte de una superficie muy elevada que insensiblemente se confunde con las colinas cuaternarias que forman las últimas estribaciones de la sierra.

En las Mesas de la Umbria, entre Barciene y Torrijos, con un espesor de 40 á 50 metros, el mioceno superior se compone de estos elementos en orden ascendente:

1.—Arcilla, que en el país llaman *tosca*, con intercalaciones de capas de arena.

2.—Caliza bastante pura que se explota para cal, y que en sus capas inferiores es fosilífera.

(1) Expedición geológica por la provincia de Toledo en 1877. Bol. Mapa geol. de España, tomo V, pág. 143.

5.—Banco de 1<sup>m</sup>,50 á 1<sup>m</sup>,60 de pedernal que pasa á resinita, y que allí llaman *panderón*.

Abunda el pedernal en varios términos de la provincia, sobreponiéndose en el de Cabañas á los yacimientos de magnesita, desde hace mucho tiempo conocidos.

En Cabañas de la Sagra halló Prado restos de un mastodonte, probablemente el *M. angustidens*, el vertebrado terciario más común en la provincia de Madrid. También en las cercanías de Barciene se encontraron huesos parecidos, no en las margas del tramo medio, sino entre las calizas del superior.

Por ambos lados de la vía férrea del Mediodía, entre Castillejos y Alcázar de San Juan, por las achatadas colinas y las llanuras del país, se extienden las margas yesíferas cubiertas á trechos por pequeñas manchas de las calizas blanquecinas, y en mayores superficies por delgados mantos diluviales. En las lomas inmediatas á Tembleque, las calizas están teñidas de rojo, así como cerca de Villacañas, donde asoman inferiores las margas, con cristales de yeso.

La meseta de Ocaña se compone de la caliza, alternante con margas sobrepuestas á la formación yesosa y salina infrayacente, que mide hasta 55 metros de espesor.

**Madrid.**

Ya en 1840 llamó Ezquerria la atención acerca de los fósiles de las cercanías de Madrid <sup>(1)</sup>, correspondientes á lo que llamó *formación terciaria de agua dulce*, y en la que reconoció dos capas con restos de mamíferos. La más inferior se descubrió al abrir los cimientos para la construcción del Puente de Toledo, y la superior se halla á un nivel más alto que el Manzanares por la ermita de San Isidro. Por los estudios posteriores de Prado se ha visto que la primera pertenece al sistema mioceno y la segunda al diluvial.

(1) Algo sobre los huesos fósiles de las inmediaciones de Madrid. Anales de Minas, tomo II, pág. 497.

Resumiendo sus datos recogidos en diversas localidades en las tres principales divisiones ó edades del sistema, el Sr. Fernández Navarro agrupa sus capas en los once niveles ú horizontes que á continuación se expresan en orden ascendente (1):

- 1 (*k*).—Conglomerado silíceo.
- 2 (*h*).—Arcillas yesíferas inferiores.
- 3 (*i*).—Arcillas con cantos silíceos.
- 4 (*h*).—Arcillas yesíferas superiores.
- 5 (*g*).—Peñuela con restos de mamíferos.
- 6 (*f*).—Areniscas glauconíferas y ferruginosas.
- 7 (*e*).—Arcillas con ópalo, pedernal y sílex molar.
- 8 (*d*).—Magnesita ó sepiolita.
- 9 (*c*).—Arcillas con ópalo y calcedonia.
- 10 (*b*).—Caliza grumosa poco coherente.
- 11 (*a*).—Caliza compacta fosilífera.

Al mioceno inferior corresponderían, según el Sr. Fernández Navarro, los tres primeros niveles; al superior los dos últimos, y en el medio se distinguirían dos subtramos: el inferior, compuesto de los números 4 y 5, y el superior, formado por los 6 á 9.

#### Tramo inferior.

En este tramo, si bien generalmente oculto debajo de los otros ó del diluvial, se observan bastantes variaciones. Entre Cabrera y Redueña, en contacto del granito y del gneis, se alzan verticales, alineados al E.NE., gruesos bancos de un conglomerado formado de cantos de caliza cretácea y de gneis, trabados por una arenisca roja que alterna luego con otras de arcillas y areniscas rojas y yeso. Vénulas de este último se ven también en algunos puntos en la masa de las areniscas. Cerca de Redueña se oculta la formación por bajo de las tierras rojas diluviales.

Un poco más á P., sobre las capas de gneis y de caliza cretácea

(1) *Bol. de la R. Soc. Esp. de Hist. Nat.*, tomo IX, pág. 280.

de Cabanillas, también se levantan verticales las capas del mismo conglomerado, acompañado de idénticas arcillas y areniscas con yesos. En Cabanillas comienza en seguida otro conglomerado, al que señaló Prado más de 1500 metros de espesor, lo que no es creíble, compuesto en su mayor parte de trozos de gneis (contra el que se apoya por la parte de P.) con otros de granito, cuarzo y caliza cretácea. Al principio apenas se le conoce estratificación; después se presenta buzando al N.NE., así como las capas que le siguen de arcillas y areniscas; luego hay un intermedio cuaternario que le cubre en unos 650 metros, y después asoma la faja cretácea que se dirige á Guadalix. Es notable que el conglomerado, en que dominan los cantos de gneis, no pasa de Cabanillas hacia P. y sólo avanza poco más de un quilómetro á L. El enorme espesor de este conglomerado que supuso Prado, le hizo sospechar si más bien que á los tiempos miocenos corresponderían á los eocenos.

Más á P., en dirección de Guadalix, sobre las capas cretáceas inclinadas al S., se apoyan con buzamiento opuesto los conglomerados, areniscas blancas y rojas, arcillas y alguna caliza terciarias. Entre las dos fajas cretáceas de Guadalix hay una cañada que se dirige al O., y en medio del diluvial que la cubre, separando dos fajitas cretáceas, asoma el conglomerado anterior en capas horizontales. Contra la faja cretácea del S. no asoma el terciario, ni allí ni en toda la extensión que abarca entre Guadalix y San Agustín, pasando por la Atalaya del Vellón y la del Molar, á causa del diluvial que cubre la línea de unión de ambos terrenos, lo que da lugar á creer que las rocas terciarias más inferiores consisten en toda esta línea en arcillas y arenas ú otras poco resistentes.

#### Tramo medio.

Tanto porque en su sedimentación estuvieron sujetas á diversas corrientes encontradas, cuanto por los trastornos estratigráficos causados por la aparición de los yesos, se observan tantas variaciones en la disposición de las capas de arcillas y margas de esta pro-

vincia, que, como dijo Prado, hasta en puntos muy próximos unos de otros los cortes geológicos que se trazasen no serían idénticos.

Las arcillas, sobre todo en la parte inferior del sistema, suelen ser esmécticas, bastante puras y de color gris azulado, recibiendo en Madrid el nombre de *peñuela*; pero con frecuencia son también rojizas. Las de los niveles superiores contienen siempre caliza hasta convertirse en margas, y en éstas es frecuente se encuentren huecos de cristales de yeso. Así se ve, entre otros sitios, al pie del cerro de Ribas de Jarama.

Las capas de yeso se componen en la base de lechos discontinuos de poco espesor, y hasta se reducen á nódulos de alabastrites; adquieren gran desarrollo en la parte media y terminan por cordones de yeso fibroso unidos por vetillas más ó menos flexuosas. Es muy común se hallen exteriormente impregnados de glauconita, que les da un matiz verdoso.

Sobre las capas cretáceas de la Atalaya del Vellón, que buzan al E., y concordantes con ellas, asoman las arcillas y areniscas rojas yesíferas, que en parte se ocultan debajo de los aluviones del Jarama, cargado todo á su margen derecha, y después debajo del diluvial, como se ve en el tajo que forma la orilla izquierda del mismo, de más de 100 metros de elevación, entre Uceda y el cerro de San Pedro.

También debe ser del tramo medio la faja terciaria comprendida entre Torrelaguna y el Pontón de la Oliva, compuesta de arcillas rojas yesíferas que se prolongan hasta Beleña (Guadalajara).

Entre Aranjuez y Colmenar de Oreja se extienden, en más de 19 kilómetros de longitud, las arcillas yesíferas con algún lecho intercalado de arenisca. A dos kilómetros al SO. de las canteras de caliza de Colmenar presenta notable desarrollo el yeso mate, de grano fino y de color gris claro, acompañado de pequeñas manchas margosas. Los canteros señalan en él las siete capas siguientes, á partir de la más inferior: la primera es el *banco de los lagares*; la segunda es un lecho de selenita que apenas llega á 50 centímetros de grueso; la tercera es el *banco de los molondros*; entre la cuarta y la quinta

hay unas fajitas de yeso hojoso; la quinta es el *banco migosillo*, y la sexta es la que se llama *entudia*, y que contiene, convertidos en yeso espático, moldes de planorbis y limneas. Esta es la que produce el mejor yeso; pero también se explotan la tercera y la quinta.

En el cerro de Almodóvar, del término de Vallecas, sobre las arcillas del tramo medio, yace un banco de magnesita blanca, arcillosa y de grano basto, cuyos espesores varían de tres á cinco metros, al que sigue otro de arcilla de cuatro metros, lleno de *guijos*, como allí dicen, esto es, de fragmentos angulosos de aquella. La magnesita se extiende en un ruedo de menos de dos kilómetros de diámetro, y también se ha observado de color rojizo en el cerro de los Angeles. Sin duda por haberlo trazado en la parte baja del de Almodóvar, dió

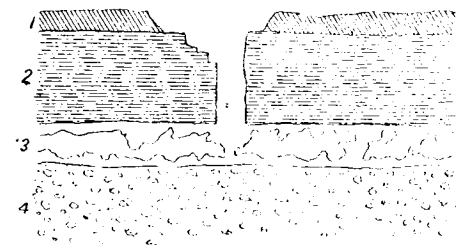


Fig. 63.—Corte por las canteras de Vicálvaro, según Prado.

Brongniart un corte algo diferente, en el que se ven, en vez de una, dos capas de magnesita, la superior bastante estrecha, separada de la inferior por una capa delgada de arcilla con magnesita y otra de resinita.

Abunda el pedernal en las arcillas de este tramo, unas veces en grandes masas, como las llamadas *peñuelas* de Vicálvaro, en las Alcantueñas, cerca de Parla, y en el cerro de los Angeles de Jetales, donde también se hallan costras de sílice anhibra; otras veces en fragmentos pequeños, como en el cerro de Vallecas y en las afueras de Madrid, por la parte del S. En el mismo Vicálvaro, sobre la arcilla verde, 4 (fig. 65), con trozos pequeños de pedernal, yace un gredón, 5, que encierra otros lastrones ó riñones del mismo mineral, á modo de estratos irregulares é interrumpidos, cubiertos á su

vez por otra capa de gredón mezclado con magnesita, 2, que se oculta bajo la tierra vegetal, 4.

En el cerro Negro, situado entre Madrid y Villaverde, se observan los siguientes niveles de este tramo (1):

1.—Faja de yesos, cortada por la vía férrea y prolongada por las orillas del Manzanares.

2.—Arcillas azuladas y rojizas, al nivel de la vía férrea.

3.—Caliza magnesiana, correspondiente, sin duda, al nivel de la magnesita de Vallecas.

4.—Arenisca calcárea y glauconífera, en una capa delgada.

5.—Marga de aspecto vermicular en la superficie y en la cual se encuentran nódulos silíceos.

6.—Jaspe ópalo blanco, ó pedernal, que cubre la cumbre en cantos sueltos.

Entre la masa diluvial que se sobrepone á la faja cretácea del Molar y San Agustín asoma al N. de Quijorna un islote mioceno que sólo mide 60 metros de largo por 25 de ancho. Se compone de arcillas en capas gruesas inclinadas 55° al SE., separadas por otras de areniscas blandas, blancas y rojizas, entre las cuales se intercala un banco de un metro de caliza de color gris claro, con arenas gruesas en su masa. Aunque poco descubierto este terreno, no deja de ofrecer variación respecto del de Cabanillas y Venturada, y acaso tiene también el mismo espesor, pues del islote á la faja cretácea hay un kilómetro, al que hay que añadir la parte que se oculta al SE. Por este rumbo las capas terciarias yacen horizontales, lo mismo que debe tener lugar en la vertical de Madrid, siendo sensible que los pozos que aquí se han abierto no hayan pasado de las arcillas, pues en las arenas de la base es donde, según toda probabilidad, se presentarían aguas ascendentes y surtidoras, según advierte Prado. En las arcillas que se atravesaron en el pozo del Pasaje de Mateu, de esta corte, se cortaron lentejones aislados poco importantes de las arenas del sistema.

(1) *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo IV, pág. 276.

En este tramo los accidentes estratigráficos son más marcados que en el superior, pues con frecuencia se ven las capas con muchas ondulaciones, ya suaves, como se ve en los desmontes del ferrocarril del Mediodía, entre Pinto y Cienpозuelos, ya más angulosos y profundos, según se observa en Jetafe, Arganda del Rey y otros puntos, según se dibuja en la figura 64.

Como es frecuente ocurra en todas las formaciones yesíferas, por la producción del algez entre las capas arcillosas y margosas resultaron accidentes estratigráficos muy variados. Hace tiempo que llamó Prado la atención acerca de los dos que observó en las yeserías de la Alameda, cerca de la barca de Requena, sobre el Tajo. Explica el de la figura 64, suponiendo más bien que en el acto de la sedimentación del yeso y de las arcillas ocurrieron arrastres en estas rocas que causaron huecos que fueron después rellenos.



Fig. 64. según Prado.

El accidente representado en la figura 65, en que las arcillas yesíferas a aparecen confusamente estratificadas, y la capa

de selenita o se presenta rizada, se explica, como la anterior, por las enormes presiones del mismo yeso al formarse con los aumentos de volumen de que ya se habló anteriormente.

Entre cuatro y cinco kilómetros al E. de Cienpозuelos la margen izquierda forma una escarpa irregular de 40 á 45 metros de altura, en la cual las arcillas y los yesos, superiores á éstas, se subdividen en lechos de 20 á 40 centímetros de espesor. Entre las arcillas abundan los sulfatos de sosa y de sosa y cal concentrados en la altura de unos 15 metros, donde forman la quinta parte de la masa, ya mezclados con éste, ya aislados en estratos de 5 á 20 milímetros de grueso. Esta masa es de aspecto granudo y mate, y en ella se notan hendiduras verticales entre otras horizontales, haciendo ondas profundas é irregulares y abiertas con desigualdad, según se observa en la figura 65. Esta grieta es de origen posterior á la sedimentación de aquellas capas, y otro tanto puede decirse de las

referidas sales, que se concentraron en los huecos que ofrece mezclados con alguna arcilla.

Hay otros accidentes que se produjeron al tiempo mismo de la sedimentación. Entre Campo Real y Arganda se observa una capa

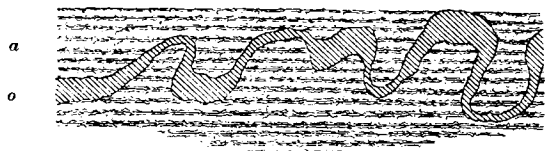


Fig. 65, según Prado.

arriñonada de arenisca en medio de otras de arcilla, según se representa en la figura 66. En el acto de la sedimentación no pudo menos de mediar, respecto de la arenisca, alguna fuerza atractiva que acu-



Fig. 66, según Prado.

muló en unas partes más materias que en otras, según explica Prado.

Entre Valdemoro y Espartinas las capas están dispuestas como denota la



Fig. 67, según Prado.

al tiempo de la sedimentación, no es fácil de comprender. Otros dos hoyos análogos hay entre Aranjuez y Ocaña.

En este tramo medio se han encontrado los restos de mamíferos más importantes que han servido para clasificar el sistema, y son los siguientes:

Entre Valdemoro y Espartinas las capas están dispuestas como denota la figura 67. El modo como se formó el hoyo ó canal que se ve hacia el medio,

al tiempo de la sedimentación, no es fácil de comprender. Otros dos hoyos análogos hay entre Aranjuez y Ocaña.

En este tramo medio se han encontrado los restos de mamíferos más importantes que han servido para clasificar el sistema, y son los siguientes:

*Mastodon angustidens*, Cuv., que se halló con relativa abundancia junto al Puente de Toledo de esta corte,

*Mastodon tapiroides*, Cuv., mucho más escaso que el anterior, junto al Puente de Toledo y cerro de la Plata.

*Rhinoceros Matritensis*, Lart., también de los desmontes inmediatos al Manzanares.

*Anchitherium aurelianensis*, Cuv., de las inmediaciones de la ermita de San Isidro.

*Hipparium gracile*, Kaup., en Valdelaguna, á seis kilómetros al N. de Colmenar de Oreja.

*Sus Lockarti?*, de cerca del Puente de San Isidro.

*Palaeomeryc.*, parecido al *P. Bojani*, asociado al anterior.

*Machairodus?* indet.

A juzgar por un fragmento recogido por Prado, hace más de cuarenta años que se sospechó la existencia en el mioceno de Madrid de restos de tortuga, y en 1872 se confirmaron las sospechas con el descubrimiento en la Casa de Campo, por el arroyo de los Meaques, de un fragmento del espaldar de otro quelonio, que no mediría menos de metro y medio de largo <sup>(1)</sup>, y que por su mal estado de conservación no pudo clasificarse específicamente.

#### Tramo superior.

A causa de los grandes y continuados derrubios que ocurrieron en esta parte de la cuenca durante la época diluvial, el tramo superior desapareció en más de las cinco sextas partes de su primitiva extensión, y las fracciones que de él todavía quedan se presentan en dilatados páramos, porque sus capas yacen horizontales ó muy poco inclinadas. Estos páramos están recortados por cañadas estrechas, de laderas muchas veces verticales, si bien en algunos puntos se ensanchan en pequeñas vegas. Por excepción, el Henares se halla abarrancado por su orilla izquierda, habiendo desaparecido en la derecha todo el terciario hasta cerca de su nivel, formando extensas llanuras cubiertas en largos trechos por masas cuaternarias, según

(1) *Act. Soc. esp. Hist. nat.*, tomo I, pág. 49.



se ve desde Espinosa á Humanes, en la provincia de Guadalajara, hasta la unión de dicho río con el Jarama, en la de Madrid, y en la extensión de 60 á 70 quilómetros. El contraste que allí ofrecen ambas orillas es tanto más notable, cuanto que la izquierda ofrece la mayor altura que se observa en los cortes de los ríos en el terciario de ambas provincias.

Los espesores de este tramo están comprendidos entre 6 y 12 metros, y uno de los puntos donde se muestra con mayor desarrollo es en las famosas canteras de Colmenar de Oreja, de las cuales, desde muy antiguo, se han sacado buenas piezas de sillería para los palacios y otros edificios importantes de Madrid y de Aranjuez. En ese punto, sobre las margas y yesos del tramo medio que se esconden infrayacentes, se suceden los siguientes niveles:

- 1.—Arenisca bastante dura y acuífera.
- 2.—Greda muy arcillosa.
- 3.—Marga calcárea con cantos sueltos, á que los obreros llaman piedra muerta.
- 4.—Caliza quebradiza, á lo que llaman por esto *banco vidrioso*.
- 5.—Caliza compacta blanquecina, que nombran *banco de Levante*.
- 6.—Caliza como la anterior, llamada *banco gordo*.
- 7.—Otra caliza blanquecina y compacta, nombrada *sobre-banco*.
- 8.—Otra capa superior, á que llaman *banquillo*, y de la cual, así como de los bancos *gordo* y *de Levante*, se sacan las mejores piezas y de mayor tamaño.
- 9.—Caliza terrosa en lastrones de poca corrida y con fragmentos de caliza dura de grano tan fino como el marfil; pero de la que sólo pueden sacarse piedras pequeñas. Los canteros la llaman *cabezal* por ser la que cubre á todas.

La caliza de Colmenar tiene el defecto de ser algo quebradiza, y se aconseja que no se equivoque el asiento cuando se emplea como sillares, pues si no se raja con facilidad. En las calizas de los últimos bancos se encuentran moldes indeterminables específicamente de los géneros *Planorbis*, *Paludina* y *Lymnaea*. Entre las arcillas yesosas se hallaron también algunos huesos de gran tamaño de mas-

todonte y una *Lymnaea* parecida á las *L. ventricosa* y *L. dilatata*.

En el cerro de Ribas, inmediato á la estación de Montarco, en el ferrocarril del Tajuña, á las margas yesíferas se sobreponen las calizas, que, hacia su base, contienen masas de pedernal, y las cuales, junto á la torre del telégrafo, son algo arcillosas y micáferas, poco coherentes y grumosas. En las canteras de Morata se señala principalmente un banco superior de color muy oscuro y de calidad inferior, viéndose, aunque raros, algunos moldes de bitinias y de helix. Más abundan los fósiles en las canteras del apeadero de Tajuña, donde se han encontrado *Planorbis corneus*, Lin., y especies indeterminables de otros planorbis, limneas, etc.

En el cerro de la Veracruz, que se alza sobre los barrancos de

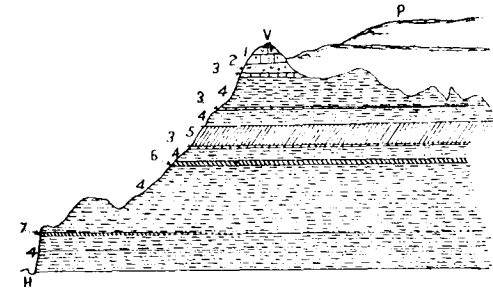


Fig. 68.—Corte por el cerro de la Veracruz, según Prado.

Alcalá y casi verticalmente unos 150 metros sobre el Henares, así como seis quilómetros más arriba, sobre la barca de los Santos de la Humosa, atacaron las aguas tan profunda y desigualmente los bancos arcillosos, sobre todo por ambos lados de la cuesta de Zulema, que resultaron cortaduras y cuchillos irregulares, de modo que en muchos puntos son enteramente inaccesibles.

Los estratos del cerro de la Veracruz, V (fig. 68), se suceden con el siguiente orden ascendente:

- A.—Arcillas yesíferas parduzcas, 4, con algunas capas interpuestas de areniscas desmoronadizas, 7, terminando con un lecho de yeso, 6, y otro de caliza blanca terrosa, 5.

B.—Arcillas rojizas con una capa muy delgada de caliza de color gris de humo, en la que se hallan moldes de planorbis.

C.—Arcilla yesífera, 5, á la que siguen unos lechos de caliza blanquecina intercalados.

D.—Pudinga, 2, formada por cantos angulosos de caliza y cuarzo y granos de arena, de feldespato y de piedra lidea, en una pasta de molasa de grano fino = 5 metros.

E.—Caliza blanda y grumosa, 1, con arena gruesa en su masa y algunos cantos rodados de cuarcita = 5 á 3 metros.

Sospecha Prado si pertenecerán al terciario superior, ó sea al plioceno, esta última caliza y la pudinga, que escasea mucho en la provincia, pues sólo se ve en ese sitio y en las cercanías de Loeches y de Pozuelo del Rey.

Más abajo de la Veracruz, hacia el puente y la cuesta de Zulema, las capas no son idénticas á las anteriores, y en orden descendente, después de la caliza superior, se hallan arenas y areniscas blancas y pardas; luego arcillas pardas y azules, con mica; después algunas capas estrechas de calizas duras ó terrosas, y que sensiblemente pasan á margas de color pardo claro, y una capa de arcilla pizarrosa del mismo color, atravesada perpendicularmente por muchas cavidades cilíndricas. En cuanto á las arenas, ya se hallan en asientos horizontales como todo aquel terreno, ya en líneas interrumpidas en diferentes direcciones, por efecto del modo particular con que fueron depositadas por las aguas, accidente que se ve con bastante frecuencia en las areniscas de diversas edades.

Las arcillas de esta localidad no comienzan á contener yeso en su masa hasta un poco más á L. de la barca, donde le extraen para la ciudad. En tiempos anteriores se explotaba un poco más arriba, en la Cueva de los Gigantones, la cual es una verdadera cantera subterránea que coge grande extensión, cuyo techo, horizontal próximamente como el suelo, se halla sostenido por pilares que se dejaron dispuestos con la mayor regularidad.

Más á L., en Anchucla y Santorcaz, con un espesor de 10 á 12 metros, se extiende la caliza, que es concrecionada como los traver-

tinios, y se empleó como piedra de construcción para el nuevo cuartel de caballería de Alcalá. Sobre ella ya no se ven las pudingas de la Veracruz.

Buena prueba de que antiguamente se extendían las capas de calizas en superficies mucho mayores, son los cerros aislados de margas yesíferas, coronados por zonas delgadas de aquéllas, tales como el de los Ángeles de Getafe, los de Vallecas, el cabezo Rubio junto á Rivas, y el citado de Zulema al S. de Alcalá, que se alza cerca de 100 metros sobre la izquierda del Henares.

En varias localidades acompaña á las calizas en capas regladas una variedad de sílice que más bien que pedernal es una resinita.

### Guadalajara.

En su *Descripción física, geológica, agrícola y forestal de la provincia de Guadalajara* <sup>(1)</sup>, D. Carlos Castel, siguiendo las indicaciones de los geólogos que le precedieron en el estudio de las colindantes, admite en ésta la presencia del eoceno, si bien limitado á ciertos puntos de contacto con el cretáceo en la faja de Cogolludo á Pinilla, en Viana y por las márgenes del Tajo cerca de Sayatón, agrupando el terciario en estas cinco divisiones:

1.<sup>a</sup>—La inferior, compuesta de gruesos bancos de conglomerado, con el mismo buzamiento que los de la caliza cretácea, sobre los cuales se apoyan.

2.<sup>a</sup>—Maciños compactos con yesos.

3.<sup>a</sup>—Maciños, arcillas rojas y conglomerados en capas horizontales.

4.<sup>a</sup>—Margas y arcillas con yeso.

5.<sup>a</sup>—Calizas compactas y silíceas, con señales de fósiles, y las cuales pasan de 50 metros de espesor en algunos sitios.

Las dos primeras divisiones y tal vez parte de la tercera corres-

(1) *Bol. Mapa geol.*, tomo VIII, pág. 237.

ponden al tramo inferior, la cuarta al medio, y la quinta al superior.

**TRAMO INFERIOR.**—Por los bordes de la cuenca en su contacto con las calizas cretáceas, los bancos de conglomerados, maciños y yesos yacen concordantes con éstas; pero al separarse de las sierras, en las inmediaciones de Jadraque y en el centro de la Alcarria, se van tendiendo hasta acercarse á la horizontal.

Con excepcional desarrollo, pues pasan de 500 metros de espesor, se muestran los conglomerados calizos en los cerros llamados las Tetas de Viana (1070 metros), intercalándose entre ellas algunos maciños y coronadas ambas cumbres por las calizas del tramo superior, sin el intermedio del medio.

Cerca de Adobes, por el camino de Alustante, se extiende un conglomerado de cantos de caliza, unidos por un cemento arcillo-ferruginoso.

También yacen con la inclinación de las calizas cretáceas subyacentes las gonfolitas de La Toba, Pinilla y otros pueblos alcarreños. En estos puntos están constituidos por cantos de 1 á 10 centímetros de diámetro, en su mayor parte de caliza, con los que se mezclan otros de cuarzo, cuarcita, pizarra, gneis, etc. En la base de los cerros que rodean á Jadraque, algunos de esos cantos llegan hasta cinco decímetros de diámetro mayor, si bien hay capas de esos conglomerados formadas de guijo menudo del tamaño de un garbanzo. Conglomerados también poligénicos formados de cantos de todas las rocas anteriores al terciario que hay en la provincia, se encuentran en la ladera del N. de la profunda cañada de los Blanqueares, á 1500 metros al N. de Grajaneros. Allí se hallaron entre los cantos fragmentos de plata roja y de manganesa, y es de notar que si bien yacen horizontales esos conglomerados, no se ve su prolongación por la ladera opuesta del barranco, bien sea á causa de una falla ó por su transformación lateral en una arenisca roja, lo cual parece menos probable. Con los conglomerados alternan areniscas rojas arcillosas, que contienen trozos de pedernal y vénulas de yeso.

Pudingas de cantos calizos hay también en Sacedón, Trillo, Mati-

llas, Cogolludo y otros puntos; y entre Pastrana y Almonacid de Zorita cruza el Tajo otro conglomerado de cemento muy duro, y entre cuyos elementos abunda el pedernal.

En Tamajón y Cogolludo, sobre esos conglomerados hay un maciño gris de grano fino, al que siguen las arcillas y margas yesíferas del tramo medio.

De distinta naturaleza es otro conglomerado poco coherente, de cantos de cuarzo, que en lechos delgados alterna con arcillas, en las cuales abundan los granos silíceos, y que se muestra en Prados Redondos, Tordellego y otros lugares del Señorío de Molina. Miden un espesor de 70 metros y son de aspecto parecido al de los mantos diluviales de la campiña alta; pero corresponden ciertamente al mioceno, sea del tramo inferior ó del medio, por ofrecerse infrayacentes de la caliza del superior.

Casi todos los maciños y molasas de esta provincia corresponden al mioceno inferior, si bien hay algunos del tramo medio en las cercanías de la capital y otros sitios que se expresarán más adelante. Un maciño blanco amarillento y de grano muy fino, que es piedra excelente de construcción, abunda en la base del sistema en Cogolludo, La Mierla, Trillo y Sacedoncillo. El maciño de grano basto asoma en gruesos bancos al N. de Baides, junto al túnel abierto en las calizas cretáceas; en las márgenes del Tajo, por el lado de Chillarón y Mautiel; entre Cifuentes y Trillo, y en otros puntos de la Alcarria. Al pie de las Tetas de Viana hay otro maciño lleno de granillos cuarzosos, tránsito á las pudingas de cantos menudos.

**TRAMO MEDIO.**—Las margas yesíferas ú ocráceas, grises ó rojizas, son las rocas que predominan en este tramo, siendo abundantes las terrosas que se encuentran en fragmentos prismáticos, según se observa á la izquierda del Henares, cerca de Guadalajara, y en las escarpas de Taraceña, Alarilla y Valdenoches.

Si bien es regla general que las capas se extiendan horizontales ó con muy suaves pendientes, en varios sitios se notan algunos trastornos estratigráficos. Siguiendo la línea férrea de Zaragoza, desde Guadalajara á Jadraque, en el quilómetro 34, al N. de la Muela y el

Colmillo de Alarilla, las capas inclinan  $10^{\circ}$  al O. en unos 100 metros de largo; en el quilómetro 35 vuelven á tenderse horizontales, y más adelante inclinan en sentido contrario hasta  $15^{\circ}$ . Casos parecidos se observan marchando desde Jadraque ó desde Espinosa en dirección á la sierra; y estos efectos fueron atribuidos por Prado al asiento desigual del terreno, antes de quedar del todo consolidados los estratos.

El mismo geólogo, suponiendo que en los terrenos inmediatos á la sierra de Guadarrama no ocurrieron movimientos de los estratos posteriores al eoceno, se inclinó á creer que correspondían á este sistema mejor que al mioceno las capas de margas yesíferas, calizas y areniscas que en Cogolludo inclinan  $40^{\circ}$ , y sobre las cuales se extienden otras horizontales de areniscas y conglomerados. En las inclinadas halló unas limneas pequeñas, y en las horizontales otros fósiles que juzgó propiamente miocenos y que faltan, según él, en la división inferior.

Como es lo general, en este tramo abunda el yeso, ya mezclado con aquéllas ó aislado en bancos y masas de diversas dimensiones. El yeso especular esparcido entre aquéllas y el fibroso formando vetas, se encuentra en Guadalajara, Tarazona, Hontova, Auñón y otros muchos términos. El más común es el terroso, blanco ó de colores claros, á veces en grandes bancos, según se ve en el monte de la Solana de Hueva, en Driebres, Almoguera, Valdeconcha, etc.

Hacia el extremo N. de la formación, en contacto con las calizas cretáceas, abunda el compacto alabastrites en Cogolludo y Aleas, donde se explota para serrar baldosines con destino á las construcciones de esta corte. La misma variedad en lajas delgadas alternantes con el fibroso y el terroso se halla en Pinilla, Medranda, Castilblanco y otros pueblos.

También en el tramo medio se encuentran conglomerados de cantos calizos, pero no en grandes masas, sino en capas delgadas intercaladas entre arcillas y margas y con los elementos de mucho menor tamaño; y así se observa en Viana, Gárgoles, Baidés y las inmediaciones de la capital, donde los estratos se suceden con el orden siguiente:

1.—Marga arcillosa roja, en sitios verdosa, con granos cuarzosos, la cual, sobre la derecha del Henares, se oculta bajo extensos mantos diluviales.

2.—Maciño gris verdoso y rojizo, sobre el cual está edificada, en parte, Guadalajara.

3.—Marga arcillosa rojiza, con delgados lechos alternantes de caliza blanquecina.

4.—Margas yesíferas, comprendidas entre dos lechos de caliza que deben corresponder todavía al tramo medio.

5.—Pudinga poco coherente de pasta de maciño y cantos menudos de cuarzo y de cuarcita. Por su composición es muy diferente de las gonfolitas del terreno inferior y probablemente marca el comienzo del superior.

6.—Caliza que corona las cumbres y representa el tramo superior.

En el cerro del Castillo, junto al pueblo de Yebes, el terciario se compone de margas intercaladas entre areniscas blandas y arcillas, y coronadas por una masa de pedernal. Este mineral se presenta con notable desarrollo en otros muchos puntos de la provincia, con frecuencia blanco ó de colores claros, como se observa en Uceda, donde yace entre el yeso; en Albares y en Zorita, donde viene en cantos sueltos entre las margas ó forma parte de las gonfolitas. En los conglomerados de la margen del Tajo cerca de Zorita, en Grajaenjos y en otros varios lugares, está cubierto superficialmente por costas margosas duras y blanquecinas.

El pedernal negro ó muy oscuro con manchas claras, aparece en cantos sueltos ó en grandes masas en los cerros de Mazuecos, Almoguera, El Pozo, Yebra y otros términos. Con frecuencia sobresale en crestas irregulares de las margas yesosas en que está empotrado, y se le ve acribillado en todos sentidos de agujeros y oquedades parecidos á los de la caliza del tramo superior.

Las vertientes al Tajuña en el término de Brihuega, son de las localidades más á propósito para el estudio de los pedernales miocenos, pues allí sobresalen en grandes crestones, á los distintos niveles que

marcan la continuidad de los bancos de marga yesosa en la cual están enclavados. Abundan los bancos de color gris de humo y azulados; los hay también en ciertos puntos tan negros como el azabache, y no deja de hallarse, aunque escaso, el de color rojo sanguíneo.

Entre las margas inferiores á la zona del pedernal de las inmediaciones de Villaviciosa, cerca de Brihuega, se encontraron hace más de medio siglo restos de una especie indeterminada de *Cainotherium* <sup>(1)</sup>, asociados á otros del *Mastodon angustilens*. De éste, mezclados con una tortuga de gran tamaño, hemos recogido fragmentos de molares en las excavaciones para la traida de aguas inmediatas á Ciuella.

Probablemente corresponden á este tramo las margas rojizas inmediatamente sobrepuestas al cretáceo, que alternan horizontales con capas delgadas de caliza y de conglomerado frente á Las Invernias; las arcillas acompañadas también de caliza y de un lecho inaprovechable de lignito en el arroyo de los Molinos, al pie de Brihuega, y las arcillas rojas yesíferas que se desarrollan con grande espesor en Beleña, sobre las márgenes del Sorbe.

Así como el tramo superior, esencialmente calizo, ofrece un suelo uniforme con sus cerros achatados ó muelas, y sus páramos, ó extensas llanuras, el tramo medio presenta un relieve muy quebrado, sobre todo hacia las márgenes del Tajo, Henares, Tajuña y otros ríos y barrancos. La explicación de esta diferencia en el aspecto de ambas formaciones del sistema es muy sencilla, pues una vez rotas en varios sentidos y con tajos verticales las capas superiores más resistentes, quedaron las margas terrosas y areniscas blandas infrayacentes bajo la acción directa de los arrastres de las aguas, á las cuales siempre fué y sigue siendo muy fácil el ahondar los cauces abiertos en tales materiales y erizar el suelo con un relieve cada vez más acentuado. Es un hecho general acerca del cual es inútil insistir.

(1) Prado, *Descr. fis. y geol. de la prov. de Madrid*, pág. 151.

### Tramo superior.

Entre las calizas que caracterizan este tramo, la más común es la gris amarillenta ó blanquecina, compacta, acribillada de oquedades, extendiéndose por las mesetas elevadas y páramos donde el sistema fué poco derrubiado. Con frecuencia la acompaña otra de grano muy fino y de fractura concoidea, según se observa entre Guadajara y Horeche, en los altos de Pastrana y de Córcoles. En ciertos sitios, como en el cerro del Castillo de Cogolludo, es de color róseo con venas rojas y moradas, y la textura semi-cristalina, pasando á marmórea de vistosa apariéncia.

En el arroyo de la Canaleja, término de Lupiana, se encuentran bancos de una caliza blanca muy pura y blanda, con la apariéncia de la creta; y en los cerros inmediatos á la capital hay otra de color gris claro llena de nódulos blanquecinos de la misma substancia, distribuida en zonas concéntricas alrededor de un granillo silíceo.

Abundan las calizas bastas de diversos colores y texturas, ya compactas, ya esponjosas y de aspecto tobáceo, muchas fosilíferas en diversos lugares de la Alcarria.

Las calizas que coronan las cumbres de las Tetas de Viana son silíceas y cavernosas en los bancos inferiores, compactas y fosilíferas (*Planorbis*, *Limnaea* y *Paludina*) en los superiores, sumando un espesor de unos 30 metros. En Prados Redondos y otros lugares del Señorío de Molina se sobreponen á los conglomerados cuarzosos, antes citados, las calizas pardo-rojizas, tenaces y muy cavernosas, correspondientes, sin duda, á este tramo. Entre las de Yélamos se intercalan otras de arenisca y arcilla, encajando entre lechos de esta última, en Almadrones, una capa de lignito, todas cubiertas también por las calizas, sumando un espesor de 35 metros.

Otros dos manchoncillos salientes de caliza del tramo superior son la Muela y el Colmillo de Alarillo, antes citados, cerca de la vía férrea de Zaragoza.

Inmediatamente inferiores á las calizas características de este tra-

mo, y formando parte de él, yacen en varios pueblos unas margas de colores claros, más arcillosas y menos sabulosas que las del tramo medio. Estas margas, más blandas y fáciles de derrubirse que las calizas, dejan por bajo grandes anchuronos ó cuevas que se utilizan como corralizos para el ganado y también para bodegas, según se observa en la salida de Mirabueno para Mandayona y en otras partes. Algunas de estas margas pasan á verdaderas arcillas, ya grises, ya rojizas, que dan buenas tierras de alfar.

Probablemente también son de este tramo los gruesos bancos de yeso compacto y terroso que se intercalan en Hueva, entre otros, también potentes, de caliza.

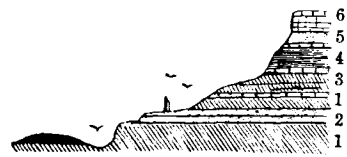


Fig. 69. — Corte del terciario de las inmediaciones de Guadalajara, según Castel.

En las inmediaciones de Guadalajara los tramos medio y superior del sistema se hallan dispuestos según se dibujan en la figura 69. Se extienden hasta el

Henares las margas rojizas, 1, del tramo medio, con bancos de maciño interpuestos, 2, y un lecho de caliza, 5, en su terminación. A éste siguen las margas yesosas, 4; después una faja de pudinga incoherente, 5, terminando la serie con la caliza superior, 6.

### Cuenca.

Si bien la mayor parte del terciario de esta provincia es de formación de agua dulce, hay una pequeña fracción con fósiles de agua salada ó salobre, y desde luego debe establecerse la distinción del grupo lacustre y del marino.

### GRUPO LACUSTRE

No es uniforme la composición del mioceno lacustre por toda esta provincia, pues el tramo medio, ó de las margas yesosas, que está muy desarrollado en su mitad occidental, va desapareciendo en las

inmediaciones de la Serranía, donde asoman los maciños y las gonfolitas. En la parte septentrional sólo se muestran la edad inferior y la media; en las cercanías de Priego y Cañaveras se hallan las tres divisiones, y en las inmediaciones de la capital se reducen las calizas á lechos de poco espesor, al paso que estas últimas rocas tienen gran desarrollo en Tarancón, Belmonte, Cervera, Montalvo y en la Muela de Sisante, colocadas en general sobre las capas yesosas ó sobre las arcillas rojas que substituyen á éstas.

Varios son los puntos en los cuales aparecen al descubierto las tres divisiones del sistema, como, por ejemplo, al O. del Hito, donde sobre las molasas se suceden las arcillas rojas, después las margas yesíferas, y, por fin, las calizas que ocupan las cumbres de los montes. Entre Valverde y Sisante pasa de 250 metros el espesor del sistema, que comienza por maciños y conglomerados de cemento arcilloso, á los que siguen las margas azules con yesos, y las calizas.

La misma serie se manifiesta entre Cañaveras y Albalate de las Nogueras, donde las capas terciarias, que se prolongan horizontales hasta la sierra de Priego, miden 180 metros de espesor, distribuidos de este modo:

- 1.—Gonfolitas y maciños de la base = 70 metros.
- 2.—Arcillas y margas yesíferas = 80 metros.
- 3.—Calizas del tramo superior = 50 metros.

Estas últimas tienen en Priego mayor espesor, lo que hace suponer que en Albalate fueron en gran parte derrubidas.

Aunque por regla general las capas miocenas yacen horizontales, en muchos puntos se observan buzamientos según el ecuador magnético, que se señalan más y más conforme se avanza desde el centro de la formación hacia las líneas de su contacto con el cretáceo. Así, en Valdeganga los maciños y gonfolitas inclinan más de 25°, estando orientados de N. á S.; en Mohorte y La Melgosa los yesos buzan al E. 45° N. con una inclinación de 10°, la misma que ofrecen las capas del segundo y tercer miembro de la formación de Embid, Bascuñana y el Puente del Castellar. Los bancos calizos y yesosos de Hontanilla en Tarancón, los maciños de Huete, las gonfolitas de

Jabalera y Paredes, yacen, según direcciones comprendidas entre el N. 26° O. y el N. 16° O., con inclinaciones occidentales, variables entre 8 y 50°; y las mismas direcciones con buzamientos opuestos ofrecen las calizas en Cañaveras, los yesos en Alcantud y Torralba y los maciños en Almodóvar del Pinar, Paracuellos y Minglanilla. En el barranco de Valdeganga, por un accidente local, las capas

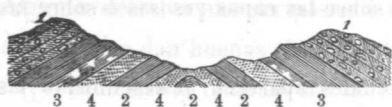


Fig. 70.—Corte por el barranco de Valdeganga, según el Sr. Cortázar.

pas fueron levantadas y dobladas, rompiéndose por la parte superior del pliegue, según se dibuja en la figura 70.

Alternan en el fondo, por ambos lados del eje anticlinal, las arcillas sabulosas, 2, los maciños, 4, y las areniscas poco calíferas, 3, sobreponiéndose, por ambos lados, á todas las capas, las gonfolitas, 1.

Se ve, pues, que en el terciario de Cuenca se acusa perfectamente un sistema general de levantamientos, que coincide con el principal de fallas que surcan el país, y que puede considerarse con rumbo general al N. 24° O., orientación que se señala en todas las formaciones del país.

#### Tramo inferior.

Al contrario de lo que se descubre en la de Toledo, donde apenas se señala, el tramo inferior es el más constante en la provincia de Cuenca, y los otros dos se extienden en unos sitios y faltan en otros, lo que indica, según dice el Sr. Cortázar, que al principio del sistema se produjeron arrastres muy fuertes y violentos de carácter general. No se ve, sin embargo, al descubierto este tramo en todas partes, pues en unas queda oculto debajo de las arcillas rojas ó depósitos yesosos, y en otras le cubren directamente las calizas.

Los elementos de la base de este miembro están formados por cantos gruesos de cuarcita de colores claros y de calizas marmóreas, donde se hallan en contacto con el cretáceo y el jurásico, como sucede en Fresneda de la Sierra, Zarzuela, Arcas, Chumillas, etc. Cuan-

do el terciario toca al triásico, contiene grandes guijarros de arenisca abigarrada, según se ve por bajo de Garaballa.

En todas partes, y á menudo en un mismo banco, las gonfolitas pasan gradualmente á un maciño de grano fino y de variable consistencia, según la cantidad de carbonato de cal que le acompaña, ocasionando por su descomposición, como es general, un suelo cubierto por arenas y cantos rodados, con el aspecto de un depósito reciente.

En bancos horizontales de gran espesor, inferiores á las capas con pedernal, asoman los maciños entre Canalejas y Cañaveras.

Entre los maciños y gonfolitas de Alcázar del Rey se intercalan lechos de arcilla dispuestos con bastante irregularidad y con variables espesores, si se juzga por los resultados obtenidos al iluminar las aguas de esa localidad, pues habiendo atravesado algunos pozos los maciños, aquéllas están detenidas por las arcillas, en unos á menos de 6 metros de profundidad y en otros á los 20.

Cerca de Huete, bajo los yesos, asoma el maciño rojizo, con restos vegetales, en gruesos bancos inclinados 40°, que continúan hasta la Jabalera y Buendía, cubiertos en las alturas por los yesos y las arcillas con pedernal.

Saliendo de Buendía, á orillas del río Mayor, las capas que participaron del movimiento que dió origen á la sierra de Altomira, se van tendiendo hasta la horizontal, y el miembro arenoso, principalmente desarrollado junto á la sierra, queda cubierto por los yesos y arcillas con pedernal. Por regla general, cuando las capas terciarias tocan las cretáceas, se reducen al miembro inferior que rellena los valles que se produjeron por los levantamientos ocurridos al final de la serie secundaria.

Las cimas de las colinas cretáceas de Fuertescusa y Poyatos y del caserío de Santa Cristina, pertenecen al miembro inferior, formado de enormes bancos de gonfolitas con cantos impresionados y de maciño, lo mismo que se observa en el Campichuelo de Ribatajada, donde están cubiertos por las arcillas rojas, entre las que abundan las guijas de cuarcita, producto de la desagregación del conglome-

rado inferior. Pero más al N. predominan las arcillas yesosas, entre las cuales tiene abierto su cauce el arroyo de la Frontera.

Por la desaparición de las margas, arcillas y yesos, se descubren en Cabrejas las gonfolitas, éstas y los maciños en Minglanilla, y el



Fig. 71. — Corte por la orilla izquierda del Narboneta, según el Sr. Cortázar.

maciño de grano fino en Villanueva de los Escuderos, desde donde se prolonga hasta la capital, en varios sitios oculto por las arcillas y calizas. Mués-

transe igualmente los maciños y gonfolitas en las márgenes del Júcar, junto al puente romano de Castellar.

Discordantes con las margas triásicas de Mira, 5 (fig. 71), yacen las arcillas rojas y las gonfolitas, 2, que pasan á maciños, y éstos, 1, con las gonfolitas de granos gruesos cerca del Narboneta.

#### Tramo medio.

El miembro yesoso es el más desarrollado, si bien sus caracteres en la región hidrográfica del Tajo son muy distintos de los que ostentan en el SO. de la provincia.

Mientras en la Alcarria los yesos son muy transparentes y presentan el aspecto de prismas troncados, unidos entre sí en cristalización imperfecta, alternando con capas de arcilla con nódulos de pedernal, pasada la divisoria del Tajo y Guadiana, constituida especialmente por las areniscas arcillo-calíferas, sólo se muestran en muy contados parajes, tales como el llamado de las Horadadas, cerca de Belmonte, donde se hallan cristalizados en grandes placas que se emplean cual cristales para las ventanas de las casas. En esta parte son frecuentes las grandes masas de colores variados y de textura sacarina, y forma colinas extensas en Cuenca, la Melgosa, Mohorte, San Lorenzo de la Parrilla, Alconchel, la Almarcha, Hinojosa, etc., no viéndose las arcillas con pedernales.

Entre Tarancón y Huelves las arcillas rojas del miembro inferior

aparecen en la superficie cuando el yeso ha sido arrastrado; pero aún sobresale éste formando otros redondos en capas muy regladas y horizontales, correspondiéndose las capas de unos altozanos con las de otros inmediatos en la misma disposición y con completa uniformidad.

Más á L., después de cruzar el estrecho de Paredes, los yesos están muy desarrollados; pero luego ceden su puesto á los maciños y gonfolitas en las cercanías de Alcázar del Rey.

En la fuente de la Hontanilla, cerca de Tarancón, las capas terciarias se suceden con este orden:

1.—Yesos parduzcos, con intercalaciones de lechos delgados de arcilla blanquecina, atravesados en todas direcciones por venillas de sulfato de sosa.

2.—Arcillas plásticas de color gris obscuro con lechos de lignito de cuatro centímetros de grueso, que tienen por techo una marga cuajada de paludinas, planorbis (*P. rotundatus*, Brong.) y limneas (*L. longiscata*, Brong.)

5.—Calizas compactas, de fractura concoidea, formando fajas amarillentas.

Restos de pulmonados se han hallado también en las arcillas de las márgenes del Júcar, en los confines de esta provincia con la de Albacete, y del *Hipparion gracile* se recogieron molares y huesos en el cerro de la Cruz de la Almenara.

Entre los yesos y arcillas de Belinchón abundan las sales de sosa, de tal suerte, que el río Salado deja en sus orillas, en la época de los hielos, un depósito del *compasto*, nombre que las dan en el país, que arrastran sus aguas al circular por el terreno, y á dos quilómetros del mismo pueblo existen dos manantiales, el uno muy cargado de sulfato de sosa que no se aprovecha, y el otro en el fondo de un pozo, cuyas aguas se sacaban con una noria y se depositaban en unos estanques á que llaman *vasos*, donde se recogía la sal común que mediante la evaporación espontánea se producía, y llegaba al año á unos 7000 quintales métricos.

En las cercanías de la capital, principalmente en el cerro de San-



tiago, en Belmonte y Alconchel, se muestran también muy desarrollados los yesos, á expensas de los cuales, por el contrario, adquieren gran importancia las arcillas en Villar del Maestre, Navalón y Jabaga, en la bajada de Minglanilla hacia el Júcar, en Hontanilla de Tarancón y en La Pesquera, donde encierran algunas vetillas de lignito. Con más frecuencia son rojas, como en Rubielos, Honrubia y otros términos.

En la salida de Tarancón por la carretera de Barajas de Melo, se sobreponen á los yesos muy cristalinos y en capas delgadas, alternantes con margas azules, unos bancos de arcilla con nódulos de pedernal, que se extienden por la vertiente O. de la sierra de Altomira, donde abundan los yesos amarillos y oscuros, entre los que existe una especie de brecha yesosa, con fragmentos de dolomía.

En la sierra de Altomira, el tramo medio está representado por arcillas yesosas con pedernal cavernoso, de cuya substancia hay masas que pasan de un metro cúbico en el puntal de San Bartolomé, en el término de Castejón. El Merdanchel se halla 150 metros más bajo, sin que se descubra otra formación en ese espesor.

Pasada la sierra de Altomira, reaparecen los yesos en Vellisca, alternando en la parte superior con las arcillas con nódulos de pedernal. Alcanzan algunos de éstos medio metro cúbico de volumen, y se ven cubiertos de una cutícula ferruginosa ó de magnesia blanca; pero en su fractura son de color blanco azulado, presentando cavidades tapizadas de cristallitos de cuarzo hialino.

Abunda también el pedernal entre Castejón y Canalejas, y entre las arcillas de Fuentesclaras, Sotoca y Caracenilla. Entre los yesos de Torralba, Sacedoncillo y Bascuñana se intercalan vetas irregulares de calcedonia.

#### Tramo superior.

A causa de los sucesivos arrastres, este tramo, que corona los cerros y lomas terciarias, se reduce en muchos sitios á pocos metros de espesor, ó fué enteramente derrubiado. Así, por ejemplo, en la

bajada de Minglanilla hacia el Júcar, la caliza de color gris obscuro se reduce á una zona muy delgada.

Entre las calizas que se alzan á P. de Priego se encuentran ejemplares del *Planorbis cornu*, Brong., y de la *Lymnæa longiscata*, Brong.; y entre las de la Atalaya de Cañavate del *Planorbis corneus*, Lin., y de la *Lymnæa Gouberti*, M. Chalm.

En una disposición análoga á como se presentan en las Tetas de Viana, al S. de Trillo (Guadalajara), sobre los maciños y gonfolitas se apoyan directamente las calizas junto al puente romano del Castellar, sobre el Júcar, un poco más arriba de la afluencia del Fresneda, presentándose las capas algo inclinadas.

Las calizas dolomíticas, que son muy abundantes en el mioceno de las provincias limítrofes, se muestran en muy pocas localidades de la de Cuenca, entre otras en Tarancón y en Enguñanos, donde algunas pasan á verdaderas dolomías, prescindiendo de la sílice que siempre las acompaña.

#### GRUPO MARINO

Se encuentran las capas marinas en la parte SO. de la provincia, á la derecha del río Gabriel, desde el término de Cardenete al de Enguñanos, apoyadas primero sobre el cretáceo, después sobre el jurásico y el triásico, y más adelante sobre el mioceno lacustre, por los cerros que hay al N. de la Puebla del Salvador y de Campillo de Alto-buey, en Almodóvar del Piñar y en la vaguada del arroyo de Paracuellos, hasta el S. de Monteagudo, donde se sobreponen á la creta; y volviendo á la derecha del Guadazaón, constituye los páramos de Arguisuelas y del S. de Carboneras.

Su composición es muy parecida á la del mioceno lacustre, pues comienza por gonfolitas y maciños muy silíceos que suman hasta 50 metros de espesor, á los que siguen con 70 de grueso unas calizas acompañadas de algunos lechos de arcillas y margas, según se observa en el término de Enguñanos, donde las capas fueron surcadas fuertemente por hondos barrancos.

Las calizas son en unos sitios poco coherentes y en otros muy te-

naces, formando grandes riscos, según se ve entre Monteagudo y Almodóvar, donde inclinan de 6 á 8° y están cubiertas por mantos diluviales, y entre Cardenete y Arguisuelas, donde son cavernosas y semicristalinas, y contienen restos mal conservados de *Potamides Lamarcki*, Brong.; *Cytheræa incrassata*, Desh., y especies indeterminadas de *Lucina* y de *Cardita*.

En la rambla de Manuel, del término de Paracuellos, esta formación es de composición mineralógica tan semejante á la del trias, que á primera vista pudiera confundirse con él, pues las areniscas abigarradas tienen su equivalente en un maciño, rojo subido unas veces, y otras blanco rosado; las calizas del muschelkalk se hallan representadas por otras blanquecinas algo cavernosas, y las margas abigarradas están substituidas por otras muy parecidas, si bien con menos cambios de color y más impregnadas de carbonato de cal.

Como advierte el Sr. Cortázar, la cal tiene más importancia en las capas terciarias que en el trias, pues que las areniscas están reemplazadas por maciños; que el tramo calizo es muy potente entre los sedimentos terciarios, y las margas de éste contienen más carbonato de cal que las triásicas, lo cual, unido á la poca inclinación de sus bancos, y á las relaciones estratigráficas generales, impiden una confusión motivada por la escasez de fósiles y por la proximidad en que se encuentran las formaciones triásica y miocena.

Se explica bien la semejanza indicada, porque en el terciario de España se reprodujeron muchos de los fenómenos que actuaron durante el triásico; y si la analogía no se hace tan palpable cuando la sedimentación se verificó en aguas dulces, una vez que ésta ocurrió en aguas saladas, la semejanza tiende á ser una identidad.

### Albacete.

Los llanos manchegos que se extienden entre Socuéllamos y Albacete se componen de calizas blanquecinas, algo silíceas, entre las cuales se intercalan margas grises y rojizas. Cerca de Albacete asoman inferiores algunos bancos de conglomerado de cemento calizo.

Al pie de los cerros inmediatos á Albacete, que son de molasas lacustres, aparecen las capas con *Ostrea crassissima*, que Verneuil y Collomb supusieron anteriores á aquéllas, mientras que Coquand las cree posteriores, observando que la posición deprimida que con frecuencia ocupa la formación marina respecto á la de agua dulce, resulta de que este último fué muy desigualmente derrubiado cuando el espacio que rodea fué invadido por las aguas del mar.

Al N. de Almansa el mioceno marino se muestra en una llanura rodeada de colinas cretáceas, y se compone de una caliza blanquecina y blanda, llena de trozos de *Pecten* y de ostras de gran tamaño, según observaciones de los mismos geólogos (1). Las mismas calizas, con iguales fósiles y en capas horizontales que suman grande espesor, se extienden por los términos de Vianos, Masegoso y Villarrubia.

### Ciudad Real.

El terciario de esta provincia, calificado en un principio de plioceno por Naranjo (2), ha sido después incluido por Verneuil en el mioceno, y en este sistema se ha englobado en el Mapa general. El Sr. Cortázar, sin embargo, admitió como proiocenas ú oligocenas las dos divisiones de las tres en que se divide generalmente el mioceno, limitando á este último el tramo superior, ó sea el de las calizas, al

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, segunda serie, tomo X, pág. 78.

(2) *Rev. Min.*, tomo I, pág. 70.

que agrega la formación pliocena en Argamasilla de Alba y otras localidades (1). Hasta que no se practiquen estudios detallados del terciario, no se podrán fijar definitivamente las líneas de separación de sus cuatro sistemas, siendo una dificultad, hasta la fecha no resuelta, la carencia de fósiles en la mayor parte de las capas, tanto en esta cuenca como en las demás lacustres de la Península.

En sus límites occidentales, el terciario de la Mancha se apoya directamente sobre el siluriano; pero en los términos de Alcázar, Argamasilla de Alba y por sus confines meridionales, se sobrepone al triásico.

El tramo inferior, ó sea el de los conglomerados y maciños que en otras provincias tienen tanto desarrollo, apenas se muestra en esta provincia, donde el espesor del sistema en pocos sitios llega á 40 metros, y en muchos apenas alcanza á 10, siendo indudable que el lago de esta cuenca era en la Mancha de poca profundidad, depositándose tranquilamente los estratos de agua dulce entre multiplicadas calas y varios islotes silurianos, triásicos y cretáceos.

Según el Sr. Cortázar, el terciario de esta provincia se reduce á estos tres miembros:

1.º Margas blanquecinas y yesos arcillosos, bastante puros en unos sitios y acompañados por sulfato de sosa en otros. Su espesor no excede de 20 metros; falta en muchos términos, y no se encontró al S. de la divisoria del Azuer y el Jabalón.

2.º Arcillas y margas rojizas, entre las que se intercala algún lecho de molasa, y las cuales, en la mayoría de los sitios, constituyen el comienzo de la formación, con un espesor máximo de 15 metros.

3.º Caliza blanquecina ó amarillenta, en general compacta y de fractura concoidea, con *Helix*, *Planorbis*, *Paludina*, *Lymnaea* y otros pulmonados. En grandes extensiones queda cubierta por cantos de travertino ó de tierras rojas pedregosas cuaternarias.

Desde Puerto Lápiche hacia el S. se desarrolla en progresivo au-

(1) *Bol. Mapa geol. de España*, tomo VII, pág. 322.

mento de extensión y de espesor la caliza silicea del tramo superior, que se prolonga por gran parte de los términos de Manzanares y Almagro. Según Luxán (1), en esta última localidad se suceden los estratos terciarios con este orden ascendente:

1.º Arcilla roja llamada en el país *rubial*.

2.º Caliza silicea blanca y rojiza, que termina con otra en brecha, también roja.

3.º Yeso blanco muy puro, al que sigue un banco de arcilla yesífera.

4.º Arenisca cuarzosa deleznable que se muestra en la Membrielleja, á seis kilómetros al NO. de Almagro, y de que encuentran cantos sueltos desde El Villar hasta cerca de Cabezarados.

La caliza se extiende por los términos de Daimiel, Valenzuela, Granátula y Valdepeñas.

En Villarta de San Juan descansan encima de las rocas triásicas, esencialmente arcillosas, los yesos acompañados por corta cantidad de sulfato sódico, lo mismo que sucede en Campo de Criptana, y cuyo espesor no baja de 15 metros, á los que cubre un travertino cuaternario, blanquecino y compacto, en lastrones de poco grueso.

Más hacia P., en Villarrubia de los Ojos, se apoyan, en los yesos, margas rojizas con un espesor de dos metros, y en éstas un conglomerado sabuloso y un banco de arcilla roja silicea plástica, que juntos sólo tienen medio metro de grueso; encima hay tres metros de calizas blancas, amarillentas y silíceas fosilíferas, y toda esta serie yace bajo un manto diluvial de tierra roja con abundantes trozos de cuarcita, procedentes de la sierra inmediata, y con un espesor que disminuye rápidamente según va separándose del punto de origen, no llegando á un metro en las canteras de Villarrubia.

En el término de Argamasilla de Alba, á las calizas concrecionadas y cavernosas siguen las margas arenosas, ambas sobrepuestas á las rocas arcillosas triásicas; y por hallarse llenas de cavidades esas ca-

(1) *Estudios y observaciones geológicas relativos á terrenos que comprenden parte de la prov. de Badajoz*, etc. *Mem. de la R. Acad. de Ciencias de Madrid*, tomo I, pág. 51.

lizas, en ellas se acumulan las aguas, estableciéndose depósitos de grandes dimensiones, entre los cuales merecen especial mención los que ocultan al Guadiana hasta su reaparición en los famosos Ojos, al pie de la falda meridional de la sierra de Villarrubia.

Al N. de Ciudad Real, bajo la tierra vegetal, que es de escaso espesor, yace un banco sabuloso de gruesos elementos, que disminuyen de volumen en las orillas del Guadiana, donde se ha explotado hace años para una fábrica de vidrio establecida en Malagón. Acompañan á estas arenas diversas capas de caliza gris amarillenta, cuyo espesor varia entre 80 centímetros y un metro, siendo de variado aspecto, según el sitio que se examine; y estas diferencias son debidas á la composición más ó menos arcillosa y silícea de la roca y á su textura, que es en unos sitios friable y basta, y en otros dura y sumamente compacta, proporcionando excelentes sillares y mampuestos para la construcción. Inferiores á ellas yacen las arcillas y margas de color verdoso, apoyadas en las pizarras y cuarcitas silurianas.

En Daimiel y Torralba las margas rojizas cubren los yesos que en Pozuelo y Calatrava quedan en la superficie, y se explotan en grande escala.

Las margas con yeso blanco terroso y compacto abundan también en la Membrilleja, entre Almagro y Miguelturra, donde yacen en capas horizontales.

En Valdepeñas, sobre las pizarras silurianas hay una masa gredosa en la cual se encierran fragmentos de estas mismas y de cuarcita, y siguen á ella las arcillas y margas rojizas con diversos espesores, extendiéndose sobre éstas con mayor desarrollo las calizas silíceas y arcillosas blanquecinas. Con frecuencia estas últimas son compactas, de fractura concoidea y de fácil labra; pero en ciertos puntos son cavernosas, terrosas y concrecionadas, variando mucho su espesor, pues en unos casos no pasa de un metro, y en otros llega á 10, según el número de bancos, cuyo grueso medio es de unos 80 centímetros. En ciertos sitios, tales como en la cantera de la Alameda, son fosilíferas.

De idéntica composición es el terciario en todo el territorio comprendido entre los montes interrumpidos que van de L. á P. desde Aldea del Rey á Alhambra, y los derrames septentrionales de Sierra Morena que limitaron antiguamente el lago de esta cuenca.

Según observaciones de Prado, en el mismo pueblo de la Osa de Montiel, cerca de las lagunas de Ruidera, se sobrepone al triás otro islote terciario.

### Badajoz.

En su *Reseña físico-geológica de la provincia de Badajoz* (1), el señor Gonzalo se limita á decir que las rocas del sistema consisten en ésta en una caliza terrosa, blanquecina, que yace en capas discontinuas y delgadas, y con más frecuencia en pedazos informes de escaso volumen, mezclados con detritus finos de otras rocas y gran cantidad de arcilla roja ferruginosa, la cual debe ser diluvial más bien que terciaria, ocupando la fértil cuenca llamada Tierra de Barros.

En Villarreal, Bienvenida, La Haba, Don Benito, Guareña, Orellana, Mérida, Villanueva de la Serena y otras localidades hay espacios pequeños de la misma composición.

Las colinas inmediatas á Badajoz se componen de una caliza margosa gris rojiza acribillada de cavidades pequeñas que la dan el aspecto de un travertino con algunos fósiles. Por la proximidad de las rocas hipogénicas que por allí asoman, calificadas de eufótidas por Le Play, estas calizas pasan á dolomias amarillentas, compactas y cristalinas, con cavidades espáticas, tomando en grande la estructura pizarrea y alternante con lechos delgados de caliza dolomítica y clorítica ó de caliza talcosa blanca y terrosa.

(1) *Bol. Mapa geol. de España*, tomo VI, pág. 408.

## ARTÍCULO III

## REGIÓN MEDITERRÁNEA

En esta región y en la meridional el mioceno lacustre tiene muy reducidas extensiones, y, en cambio, el sistema está principalmente representado por formaciones marinas del mayor interés y de gran riqueza y variedad en restos orgánicos.

## ENUMERACIÓN DE LAS MANCHAS

**FAJA INTERNACIONAL DE LA CERDAÑA.**—En la parte alta del valle del Segre, cerca de donde nace este río en territorio francés, se alinea de NE. á SO. una faja miocena limitada al N. por el siluriano y el cambriano, al E. por ambos sistemas paleozóicos y el devoniano, junto al cual termina al Mediodía y al O. por el siluriano y el carbonífero. En su extremo septentrional se acerca á Llivia; Puigcerdá y una docena de pueblos están edificadas en ella, y mide una extensión de 110 kilómetros cuadrados, de los cuales corresponden 52 á la provincia de Lérida, 48 á la de Gerona y el resto á Francia.

**ISLOTILLO DE SAN MIGUEL DEL FLUVIÁ.**—A cuatro kilómetros cuadrados se reduce la extensión de un islote mioceno que asoma, entre el diluvial, sobre la izquierda del Fluviá, en el lugar de San Miguel (Gerona), acompañado de otros dos islotes pliocenos.

**MANCHA DEL PANADÉS.**—Limitada al N. por el diluvial, acompañado de una fajita eocena, al E. por el eoceno, al S. por el infracretáceo y al O. por el diluvial, acompañado de este último y del triás, se extiende entre Masquefa y Calefell una mancha irregular que mide 197 kilómetros cuadrados en la provincia de Barcelona y 41 en la de Tarragona.

**FAJITA DE VILANOVA Y GELTRÚ.**—Entre Sitges y Cunit, apoyada al N.

sobre el infracretáceo, se extiende una fajita que llega hasta el Mediterráneo, ocultándose en su extremo occidental debajo del cuaternario. Mide 24 kilómetros cuadrados en la provincia de Barcelona y uno en la de Tarragona.

**OTRAS MANCHITAS BARCELONESAS.**—Entre las márgenes del Llobregat y las del Ripollet hay una mancha irregular al S. de Tarrasa, comprendida entre el cuaternario que la oculta por el N. y el eoceno que la interrumpe por el S., tocando al siluriano en su extremo oriental. Un islote asoma entre el plioceno en Papiol; otro mayor entre el diluvial y el Mediterráneo al SO. de Barcelona, y enclavados en el infracretáceo se dibujan otros dos entre Vilafranca y Vilanova y Geltrú. La extensión de estos islotes y manchitas es de 46 kilómetros cuadrados.

**OTRAS MANCHAS TARRACONENSES.**—La más importante es la de la capital, cercada al N. por el infracretáceo y el triás, al S. por el mar, y en los otros dos rumbos por el diluvial. Entre este último asoman un islote en Bisbal de Panadés, dos en Torregrossa, otro en Bañeras, otro en Santa Oliva, dos entre este pueblo y Albiñana, cuatro en San Vicente de Calders y otro en Creixell. Entre Vilaseca y el cabo Salou asoma otro que toca al infracretáceo por el S., y en los otros rumbos al diluvial; y en Castellvell hay otro comprendido entre el diluvial por el S., el triás y el siluriano por el N. Miden todos ellos 160 kilómetros cuadrados de extensión.

**ISLEOS CASTELLONENSES.**—Entre el infracretáceo y el diluvial se extiende una faja en figura de  $\pi$  al N. de Alcalá de Chisvert, y otra de contornos más irregulares entre esta villa, Villanueva de Alcolea y las Cuevas de Viuromá, midiendo ambas unos 40 kilómetros cuadrados de extensión.

**MANCHAS BALEARES.**—La mitad próximamente de la isla de Mallorca la ocupa en su parte central una mancha miocena limitada al S. por el mar, al O. por la faja cuaternaria de Palma, al N. por la bahía de Alcudia y al E. por el cuaternario y el jurásico, acompañado de varios islotes infracretáceos y eocenos. Otros islotes de estos dos sistemas y del jurásico asoman por la parte media de la mancha.

En la misma isla hay una manchita al O. de Palma entre el cuaternario y las otras formaciones citadas; en Deyá toca al mar otra enclavada en el jurásico; también en este último hay una en Campanet y dos cerca de Alcudia.

La mitad meridional de la isla de Menorca está formada por una faja miocena limitada al NE. por las distintas manchas jurásicas, triásicas y devonianas ya descritas, arrumbada su línea de contacto de NO. á SE. desde el pie de la sierra Falconera hasta el puerto de Mahón. Por encima de este último tiene su mayor altura en el pico Torelló (10 kilómetros), y también sobresale la formación en los montes Bajoli y Dartuch en la costa occidental, en los de Artuiz y Vallvella sobre la costa meridional, y en el de Torret en el extremo SE. de la isla. El cabo de la Mola, en su remate, es otra manchita aneja de la anterior, al otro lado opuesto de la bahía de Mahón.

En la isla de Cabrera se marca un islote muy pequeño junto al cabo Calabaza, y en la de Ibiza tocan el mar otros dos insignificantes: el primero en el extremo N., al lado de la punta den Serra, y el segundo en el extremo del SO. al pie del cerro infracretáceo de la Atalayasa.

La superficie total del sistema en estas islas asciende á 1759 kilómetros cuadrados.

**MANCHITA DE FUENTE LA HIGUERA.**—Unos 12 kilómetros cuadrados de extensión en Valencia y cuatro en Alicante mide una manchita que, al S. de Fuente la Higuera, toca á P. al cretáceo y se oculta en los demás rumbos debajo del plioceno.

**OTRAS MANCHAS VALENCIANAS.**—Al S. de Requena, entre el río Magro y el Cabriel, se extiende una mancha que toca al N. al diluvial, al S. al triásico, al O. al cretáceo y al E. á este mismo, con una fajita triásica. Enclavadas en el cretáceo hay un islote en Pedralva atravesado por el Turia, otro al S. de Sieteaguas y una fajita en Dosaguas sobre la margen izquierda del Júcar. Cerca de la orilla opuesta del mismo río, á P. de Navarrés, aparece otra fajita limitada al S. por el triás, al E. por el plioceno y en los otros rumbos

por el cretáceo. Al N. de Requena yace otro islote que toca al jurásico por el O., al diluvial por el S. y al cretáceo en los otros dos rumbos.

Entre Chiva y Torrente se desarrolla una mancha comprendida entre el Turia y el Magro, que confina con el cretáceo por el S. y el O., con el triás y el diluvial por el N., con el diluvial y el plioceno por el E.; y por fin, á poca distancia al NO. de Valencia, asoma entre el diluvial otro islote entre Paterna y Bétera. Suman estas manchas 986 kilómetros cuadrados de extensión.

**MANCHA DE NOVELDA.**—Ocupa 1496 kilómetros cuadrados en la provincia de Murcia y 1104 en la de Alicante una mancha miocena sumamente irregular en sus contornos, profunda y variadamente recortada por el cuaternario, el triás y otras formaciones de las que envuelve á su vez diferentes islotes. Por el O. la circunscriben el diluvial en el término de Pinoso, el eoceno y el jurásico entre esta villa y Fortuna, el eoceno y el diluvial con islotes triásicos entre Fortuna y Cieza, el eoceno también con manchitas del triás é hipogénicas entre Cieza y la sierra de Espuña, en cuyas vertientes meridionales la estrecha una mancha del triás. Al SO. los aluviones de los ríos Sangonera y Segura la descotan profundamente desde Totana hasta Orihuela, formando dos cabos salientes las fajas triásicas de las sierras de Carrascoy y de Orihuela. Las grandes masas diluviales que se extienden ampliamente desde el extremo S. de la sierra de Carrascoy hasta el mar, entre Guardamar y Torrevieja, forman sus linderos meridionales. También las masas diluviales, prolongación de las anteriores, la limitan por el E., con grandes entrantes y salientes, entre Guardamar y Dolores, entre Dolores y Elche al S. de Crevillente, entre Elche y Alicante y entre Alicante y Agost, donde comienza su contacto con el triás por el lado del N. Novelda, Monóvar, Orihuela, Cieza y un centenar de villas, lugares y aldeas de ambas provincias, están enclavados en esta gran mancha, muy defectuosamente señalada en el Mapa general.

**OTRAS MANCHAS MURCIANAS.**—Entre la de Hellín y la de Novelda se extiende otra mancha al N. de Cieza por la vertiente meridional de

la sierra cretácea de los Mostenses, limitada al E. por el diluvial, al S. por el eoceno y el trias junto á las márgenes del Segura y al O. por el eoceno y el cretáceo.

En Cehegín hay otro islote limitado al N. por el diluvial, al E. por el trias, al S. y al O. por el jurásico. Al S. de Caravaca hay otros dos separados superficialmente por el diluvial que los limita por P.: uno cruzado por el río Quipar, limitado al E. por el jurásico y al S. por el trias; y otro más meridional sobrepuesto por el S. y SE. al eoceno, al triásico por el NE. y limitado al N. y O. por el diluvial.

En Lorca hay otra mancha que es la prolongación al SO. de la grande de Novelda que termina en Totana, y de la que está separada por una faja del cuaternario, el cual la limita además por el S. y el N. Se sobrepone al SO. á una fajita triásica y al O. á una mancha estrato-cristalina y á otra eocena.

Enclavada al E. y O. en el estrato-cristalino, limitada al NO. por los aluviones del Guadalentín y tocando en el rumbo opuesto al Mediterráneo, hay en Mazarrón otra mancha bifurcada en dos lomas irregulares por una faja del terreno primitivo.

Al N. de Cartagena y de la Unión se extiende otra alargada de E. á O., limitada al S. por el trias, el estrato-cristalino y el diluvial, y por este último en los otros rumbos.

La extensión total de estas manchas y fajas miocenas es de 782 kilómetros cuadrados.

**OTRAS MANCHAS ALICANTINAS.**—Comprendida entre el eoceno por el N. y el E., por el trias en los otros dos rumbos, hay á P. de Jijona una mancha alargada que avanza hasta Ibi; entre Alcoy y Alcozer cruza por Concentaina otra limitada al E. por el cuaternario y el eoceno, al S. por este último y en los otros dos costados por el cretáceo; toca al mar por S. y L., al cretáceo por el N. y al trias por el O. otra alargada al NE. desde Altea hasta Jávea; al NO. de Villajoyosa, cubierta al S. por el diluvial de la costa y en los demás rumbos cortada por el trias, se desarrolla otra desde Aguas á Orcheta; siguiendo la costa, sobresale una pequeña en el cabo de las Huertas; asoma otra en la misma ciudad de Alicante; se alza otra

en la sierra del cabo de Santa Pola, al N. de la ciudad de este nombre, y entre Torrelamata y Torreveja avanza otra en el cabo Cervera, que, como las tres anteriores, llega al Mediterráneo, ocultándose en los rumbos opuestos bajo los extensos mantos diluviales que tanto desarrollo tienen en el SE. de la Península.

La extensión de todas estas manchas no baja de 367 kilómetros cuadrados.

#### DATOS LOCALES

##### Gerona.

En esta provincia el mioceno se reduce á muy pequeños isleos, unos de origen marino, otros lacustres.

##### Mioceno marino.

Está menos desarrollado que el lacustre y se limita á pequeños afloramientos próximos al Mediterráneo en los terminos de San Mori, Garrigás y San Miguel de Fluviá. Se compone de brechas fosilíferas, arenas amarillas y calizas, y éstas, en el último pueblo citado, son pardas y anteadas, compactas y sabulosas, se apoyan sobre el cretáceo superior y buzan 45° al E. en una cantera sita á L. de la vía férrea. Entre los moldes recogidos entre las arenas y las brechas se han reconocido la *Anomya costata*, Broc.; el *Pecten scabrellus*, L., y la *Tellina planata*, Lin., además de varias especies indeterminadas de *Conus*, *Balanus*, *Ostrea*, etc. Según el Sr. Vidal<sup>(1)</sup>, estas capas corresponden al nivel de la *Turritella rotifera*, del Montjuich de Barcelona, ó sea al de la *Ostrea crassissima*.

(1) *Descr. geol. y min. de la prov. de Gerona. Bol. Mapa geol.*, tomo XIII, pág. 258.

## Mioceno lacustre.

La mancha terciaria internacional de la Cerdaña, que se encuentra en la parte alta de la cuenca del Segre, ha sido calificada de pliocena por Dufrenoy, Leymerie y otros geólogos, hasta que los señores Rerolle y Dépéret han demostrado, en 1882 y 85, que corresponde al mioceno superior (1). Esta formación ha tenido especial interés por las capas de lignito que en ella se intercalan, y que, si bien de mediana calidad, se han explotado en Estavar (Francia), Sanabastre (Gerona), Prats y Samsor (Lérida).

En la figura 72 se señalan las relaciones estratigráficas del siste-

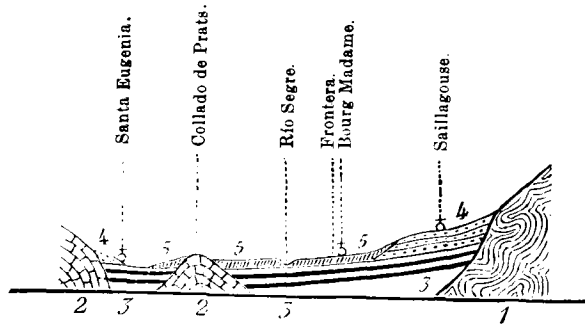


Fig. 72.—Corte longitudinal del mioceno de la Cerdaña, según el Sr. Vidal.

ma con las pizarras paleozóicas, 1, y la caliza amigdalina carbonífera, 2, sobre las cuales se apoyan sus capas. Estas se agrupan en tres zonas diferentes. La inferior, 5, se compone de arcillas plásticas, cubiertas por areniscas blandas y arcillas sabulosas, entre las cuales encajan las capas de lignito. En ellas se encuentran restos de *Sus major*, Gerv.; *Castor Jaegeri*, Kaup.; *Hipparion gracile*, Kaup.; *Amphicyon major*, Lart., var. *Pyrenaicus*, Rer. et Dép., y *Mastodon*

(1) *Voyage en Roussillon et en Cerdagne. Bull. Soc. géol. de Toulouse*, 1882. — *Études sur les végétaux fossiles de Cerdagne. Revue des Scienc. Nat. de Montpellier*, 1883. — *Note sur la Géologie et sur les mammifères fossiles du bassin lacustre miocène supérieur de la Cerdagne. Bull. Soc. géol. de France*, 1885.

*angustidens*, Cuv., con especies indeterminadas de *Ichthierium* y *Planorbis*. La zona media, ó sea la parte alta de la anterior, se compone también de arcillas sabulosas, en las cuales abundan las impresiones vegetales, entre otras las siguientes especies: *Osmunda Strozii*, Gaud.; *Pteris radobojana*, Ung.; *Abies Saportana*, Rer.; *Juniperus Drupacea*, Lab.; *Potamogeton orbiculare*, Rer.; *Betula speciosa*, Rer.; *Alnus occidentalis*, Rer.; *Carpinus grandis*, Ung.; *Fagus Pliocenicæ*, Sap., var. *Ceretana*, Rer.; *Castanea paleopumila*, Audr.; *Quercus præilex*, Sap.; *Q. denticulata*, Rer.; *Q. Hispanica*, Rer.; *Q. Weberi*, Heer; *Populus tremula*, L.; *P. canescens*, Sm.; *Zelkova crenata*, Spach.; *Z. Subkeaki*, Rer.; *Cinamomum polymorphum*, Heer; *Buxus sempervirens*, L., var. *Ceretana*, Rer.; *Tilia Vidali*, Rer.; *T. expansa*, Sap.; *Acer trilobatum*, Al. Br.; *A. decipiens*, Al. Br.; *A. Pyrenaicum*, Rer.; *A. Magnini*, Rer.; *A. subrecognitum*, Rer.; *A. pseudocrexum*, Rer.; *A. cætum*, C. A. Mey.; *Parrotia Pristina*, Ett; *P. gracilis*, Heer; *Trapa ceretana*, Rer.; *Juglans acuminata*, Al. Br., y otras indeterminadas de los géneros *Platanus*, *Bumelia*, *Fraxinus*, etc., con restos de *Hipparion gracile*, Kaup; *Amphicyon major*, Lart., de limneas, planorbis y bitinias.

La zona superior, 4, se compone de arcillas bastas rojas y blancas con lechos de acarreo interpuestos, cuyos elementos son cantos angulosos de pizarra y cuarzo. Esta zona, que no contiene fósiles en la Cerdaña, pero sí en la provincia de Lérida, según se dijo en el artículo 2.º de este capítulo, se distingue muy bien por la faja rojiza con que se marca en el contorno del valle, mientras que en el centro de éste las masas diluviales, 5, y la tierra vegetal, ocultan las hiladas subyacentes.

Es indudable que, después de formado este grupo de sedimentos miocenos, ha recibido el conjunto de la cuenca movimientos diversos que han modificado la inclinación de los estratos, pues hay sitios en Sanabastre que buzanan al O., otros al N. 50° O. y otros al S., como se observa en Prats, Samsor y Vilallevant; respecto de cuyo último punto es digno de notar que, siendo tan próximo á la parte francesa del yacimiento de lignito (como que éste está puesto en descubierto



por un barranco que forma la divisoria de fronteras), el combustible dirija al E. buzando 20° al S., á pesar de hallarse en el borde mismo del depósito lacustre, donde parece natural que buzase hacia el centro de la cuenca.

Las apreciaciones de los Sres. Rerolle y Dépéret han quedado después confirmadas por el hallazgo de restos bien conservados del *Dinotherium Bavaricum*, Kaup., según dieron á conocer los señores Almera y Bofill (1). Se recogieron á 25 metros de profundidad, en las minas de lignito de Estavar (frontera francesa), y como la vida de este proboscideo fué muy corta, pues quedó limitada al mioceno medio y al superior, opina el Sr. Gaudry que fué su descubrimiento muy importante para fijar la verdadera existencia del sistema en la Cerdaña. El descubrimiento de dichos naturalistas ha demostrado la mayor extensión del área habitada por ese gigantesco mamífero, pues si bien se le había encontrado en Grecia, Hungría, Austria y Francia, no se sabía que hubiera avanzado hasta los Pirineos.

### Barcelona.

Si bien la mayor parte del mioceno de esta provincia es de origen marino, algunas manchitas hay que son lacustres; y aunque éstas y aquéllas sean parcialmente sincrónicas, por sus distintos caracteres deben explicarse separadamente.

Los geólogos que han estudiado el terciario de esta provincia, discrepan excesivamente en sus maneras de dividirlo en tramos y horizontes, y en señalar los límites del mioceno con relación á los otros sistemas.

Vézian lo consideró dividido en los cuatro tramos siguientes (2):

1.º Arenisca cuarzosa y conglomerado poligénico del Montjuich y del Panadés.

2.º Arenisca rojiza con *Turritella cathedralis* del Montjuich, á la

(1) *Descubrimiento de grandes mamíferos fósiles en Cataluña. Crón. cient. de Barcelona*, tomo X, pág. 1.

(2) *Du terrain post-pyrenien des environs de Barcelone*, etc., pág. 50.

que se corresponden los bancos inferiores de maciño del Noya y del Llobregat y el yeso de Vallformosa.

5.º Arenisca cuarzosa y arenas con *Turritella rotifera* y *T. Archimedis* del Montjuich, la caliza basta del Panadés y del Papiol y los bancos superiores de maciño de la cuenca del Llobregat y de la margen izquierda del Noya.

4.º Arenisca arcillosa amarillenta con *Venus* y otras bivalvas.

Incluye los dos primeros niveles en el tougriano de d'Orbigny, y los otros dos en el falúnico.

El Sr. Carez opina que falta el mioceno inferior en Cataluña (3), y cree que las otras dos subedades deben dividirse en los ocho niveles siguientes, los cinco primeros correspondientes al mioceno medio y los otros tres al mioceno superior:

1.º Caliza con *Clypeaster*.

2.º Caliza con *Schizaster*.

3.º Areniscas y conglomerados rojos, con *Helix Larteti*.

4.º Caliza de Campaña.

5.º Capas con *Ostrea crassissima*.

6.º Margas azules de la Granada y San Pablo de Ordal.

7.º Margas de Ciurana (Gerona).

8.º Conglomerados de Bascara (Gerona).

Mejor hubiera sido que estos ocho niveles los redujera á cuatro ó cinco, según se deduce de las explicaciones que da el mismo geólogo, pues advierte que no vió de un modo cierto si las capas con *Helix Larteti* se apoyan sobre las calizas con *Schizaster* y son más bien la facies lacustre de la misma edad; así como tampoco tiene seguridad si el nivel 4.º es el mismo que el 5.º, y si las margas de Ciurana son ó no posteriores á las de la Granada. Cuando se sienten tales vacilaciones, lo racional es no proponer, ni como provisionales, tales subdivisiones.

Los Sres. Maureta y Thos (2) rechazan las clasificaciones de ambos

(1) *Etude sur les terr. cret. et tert. du N. de l'Espagne*, pág. 278.

(2) *Descr. fis., geol. y min. de la prov. de Barcelona*, pág. 378.

geólogos, y creen que el mioceno de esta provincia corresponde al tramo superior.

Como resumen de sus importantes investigaciones, el Sr. Almera reconoció en el mioceno de esta provincia y de su inmediata de Tarragona, las once divisiones siguientes <sup>(1)</sup>, la mayor parte de las cuales se presentan en los términos de Arbós, Olérdola y Castellví, donde la serie es más completa:

1.—Conglomerado de formación litoral, con cantos impresionados. Este horizonte falta entre San Pablo de Ordal y San Saturnino, en el Bajo Panadés, en el Vallés, en Montjuich y en Villanueva, y está representado en la costa de Tarragona por una caliza con *Scutella*.

2.—Caliza tosca y molasa con *Pecten præscabriusculus*, var. *Catalaunica*, que se muestra entre Calafell y Bellvey, está precedida de una brecha conchera con briozoos en Los Monjos, sustituida por la molasa con *Pecten subbenedictus* y *P. Besseri* en Altafulla y Torredembarra (Tarragona), reemplazada, así como el horizonte siguiente, por un lentejón de yeso en Viloví, y falta en las demás localidades citadas.

5.—Molasa margosa con *Pecten subbenedictus*, *P. Bonifacienses* y *P. Haueri* en Castellet, Monjos y Calafell, y con *P. subpleuronectes* en Bará (Tarragona), faltando en San Pablo de Ordal, San Saturnino, el Bajo Panadés, el Vallés, etc.

4.—Molasa arenosa y arenas con *Schizaster Scyllæ* de Castellet, Monjos, Viloví, Bará y San Vicente de Calders, reemplazada por una caliza amarilla, sabulosa y guijarreña, con *Santella Lusitanica* y *Ostrea gingensis*, en San Saturnino.

5.—Margas friables ó endurecidas, con *P. subpleuronectes* y *Lucina miocenica*, var. *Catalaunica*, en Arbós, Los Monjos, Subirats, Gélida y Martorell, equivalente á las capas arenosas con *Pecten subarmatus* y *Amphiope bioculata* de Cerdañola, con que comienza el sistema en el Vallés.

(1) Reconocimiento de la presencia del primer piso mediterráneo en el Panadés. *Mem. R. Acad. Ciencias y Artes de Barcelona*, tercera época, vol. 1, pág. 393.

6.—Arenas con *Pecten Vindascinus* y *P. Gentoni* de la Gornal, con *Turritella turris* y *Ostrea gingensis* de Ortons y Martorell; margas y calizas margosas con *Pereiræa Gervaisi*, *Lucina miocenica*, var., *Catalaunica* de Los Monjos, Rubí y San Cugat; arcillas azuladas con estas dos especies de Riufaix y Viloví; arenas, calizas y margas con las mismas especies, *Ostrea gingensis* y *Halitherium fossile* de Subirats.

7.—Margas y arenas con *Pereiræa Gervaisi*, *Pleurotoma asperulatum* y *Lucina miocenica* de Los Monjos, San Pablo de Ordal, Labern, Riufaix, Viloví y entre Ortons y Martorell. A este nivel corresponden las areniscas con *Turritella cathedralis* y *Pecten galloprovincialis* del Vallés, Montjuich y Villanueva.

8.—Capas con *Cerithium pictum* de San Pablo, Ortons y Cerdañola. Falta en Villanueva, y también falta, así como los restantes niveles del sistema, en Montjuich.

9.—Arenas alternantes con margas muy poco fosilíferas en La Almunia, con *Ostrea gingensis* en San Cugat y en Ortons, con *Ostrea crassissima* en Ripollet y Cerdañola y con *Cyclostoma* en San Martín Sarroca.

10.—Arenas y margas con *Ostrea gingensis* de Bañeras y San Cugat, precedidas de una formación lacustre con *Helix Delphinensis*, *Cyclostoma*, *Pisidium*, etc., en Castellví, formación que representa el horizonte en Torrellas de Foix, San Pedro de Riudevilles y Masquefa. En el Vallés contiene esta última *Hiparium gracile* y *Cinnamomum polymorphum*. Termina el horizonte con mantos de arenas y conglomerados.

11.—Capas con congerias que sólo se muestran en Castellbisbal.

Los cuatro primeros horizontes ó subtramos corresponden al piso ó edad *burdigalense*, ó mejor dicho *langiense* <sup>(2)</sup>; el 5.º y 6.º al helveciense, el 7.º al tortonense y el 8.º al sarmatiense, con el cual termina el mioceno medio; el 9.º al pontiense inferior, el 10 al pontiense medio y el 11 al pontiense superior.

(2) Nombre elegido por Pareto para el mioceno inferior de Italia, antes que Depéret llamase burdigalense al mismo tramo de Francia.

MANCHA DEL PANADÉS.—Esta mancha ha sido minuciosamente examinada por el sabio Dr. Almera, quien comprobó, rectificó y amplió detalladamente los muchos datos recogidos y anotados por los geólogos que le precedieron.

Los bancos miocenos inferiores con *Pecten præscabriusculus*, var. *Catalaunica*, y *Pecten subbenedictus*, constituyen en el Panadés una banda litoral irregular que se extiende en el extremo meridional de la provincia, desde San Pedro Molanta, cerca del valle de Ordal, hasta más allá de Calafell (Tarragona). La base de estos depósitos es un conglomerado de cantos desiguales de caliza infracretácea, varios de los cuales están perforados por moluscos litófagos, lo cual, como advierte el Sr. Almera, es indicio claro de las antiguas costas que avanzaron en esta época hasta el Panadés. Se apoyan constantemente sobre el aptense por la parte del S., en la cual el sistema mide pequeño espesor, por reducirse á los bancos más inferiores. Por el N. se ocultan bajo el plioceno y el cuaternario y sólo afloran en la cuenca del Noyá entre San Saturnino y Subirats, donde rematan en una capa con *Scutella Lusitanica*, Lor., apoyada directamente y discordante sobre las arcillas rojas sabulosas con bitinias y planorbis del oligoceno. Se desarrollan los tres tramos, burdigalense, helveciense y tortonense: el primero, por la ladera meridional del Panadés, y los otros dos se sobreponen por la parte alta de este mismo, prolongándose por el E. hacia Martorell y avanzando más espacio que aquél; pero se adelgazan gradualmente, hasta terminar entre San Cugat y Serdanyola, reducidos á lechos delgados, arenosos, de carácter litoral, que contienen ostras, *Pecten subarmatus*, Tourn., y *Amphyope bioculata*, Ag., debajo de la casa Bayell, á orillas de la riera.

La presencia de estas capas en el Panadés y el Vallés, advierte el Sr. Almera, acusa un movimiento de descenso de ambas comarcas que permitió al mar helveciense una transgresión mayor, pues rebasó el límite del burdigalense, avanzando más que éste, según se indica en la figura 75. Sobre las pizarras silurianas, 1, las capas triásicas, 2, y las aptenses, 3, yace un lentejón oligoceno, 4, al que se sobre-

ponen las capas burdigalenses, 5, y helvecienses, 6, que sólo son visibles en todo su espesor donde las corrientes de agua las han corroido y cortado en los ríos Foix y Noyá y en la riera del Cugat. En parte de su extensión están cubiertas por el tortonense, 7.

Hay que distinguir tres grupos en estas capas: el inferior, de origen marino, caracterizado por la profusión de ceritos (*C. pictum*);

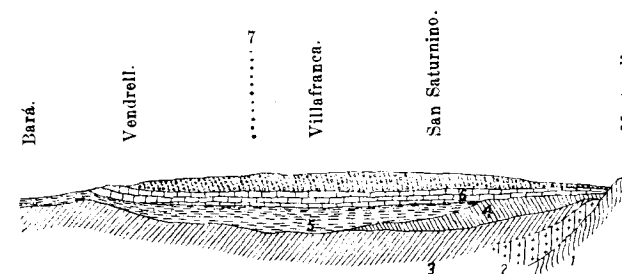


Fig. 73.—Corte á través del terciario del Panadés, según el Sr. Almera.

el medio, de origen lacustre, con *Helix Delphinensis*, Font., é *Hippurion gracile*, Kaup., y el superior, marino en la base, compuesto de arenas finas ó mezcladas con guijas, en que abundan las *Ostrea crassissima*, Lam., y *O. digitalina*, Dub., rematando por capas de carácter salobre que contienen varias especies de *Cardium*. Las capas del grupo inferior se extienden por el Alto Panadés hasta el Mas Rompiño, pasado San Cugat, donde terminan en un lecho arenoso; las del segundo grupo avanzan en mayor superficie y miden mayor espesor, y las del tercer grupo, á causa de haber sufrido los mayores efectos de la denudación, se reducen á la parte occidental del Panadés, á partir de La Almunia.

Entre el Vendrell y Villafranca se descubren las tres edades miocenas, pues el río Foix cortó las helveciense y tortonés, y los barrancos que á éste afluyen las burdigalense y helveciense. En los términos de San Saturnino, Subirats y San Pablo de Ordal, se descubre además el aquitaniense, teniendo mayor espesor que los demás el helveciense.

Para explicar con todo detalle la composición del mioceno del Panadés, el Sr. Almera examina los cortes siguientes:

*Corte de Montpeó á La Gornal.*—Marchando de S. á N. en los confines de esta provincia y la de Tarragona, desde Montpeó á La Gornal, sobre las calizas aptenses, se apoyan discordantes los siguientes niveles:

1.—Depósito ribereño de cantos y areniscas que contienen guijarrillos mezclados con *Ostrea crassicostata*, Sow., y *Pecten*.

2.—Caliza basta con profusión de ejemplares de *Pecten* (*P. præscabriusculus*, Font.; *P. præscabriusculus*, var. *Catalaunica*, Alm. y Bof.; *P. Arbutensis*, Alm. y Bof.; *P. Malvinæ*, Dub.; *P. Malvinæ*, var. *major*, Alm. et Bof.; *P. languidus*, Alm. et Bof.; *P. variusculus*, Alm. et Bof.; *P. Costai*, Font.; *P. præopercularis*, Alm. et Bof.; *P. Vindascinus*, Font.; *P. Besseri*, Andr.; *P. Besseri*, var. *convexa*, Alm. et Bof.) Con ellos se asocian *Echinanthus Corsicus*, Cott.; *Tellina lacunosa*, Lam., y otras indeterminadas de *Cardium*, *Cytherea*, *Conus* y *Serpula*.

3.—Caliza cuajada de moldes de moluscos.

4.—Margas sabulosas, algo aglutinadas, con *Anomia ephippium*, L.; *Ostrea gingensis*, Schl.; *Pecten Vindascinus*, Font.; *Pecten Celestini*, May.; *Tellina planata*, L.

5.—Caliza arenosa con *Anomia ephippium*, L.; *Ostrea digitalina*, Dub.; *Cardium Tauronicum*, May.; *C. Taurinum*, Mich. var.; *Psammobia uniradiata*, Broc.; *Turritella cathedralis*, Brong.; *Cerithium crenatum*, Broc., var. *C. margaritaceum*, Broc.; *Pecten*, *Cytherea* y *Conus* indet.

6.—Arenas y aluviones cubiertos á trechos por un manto de arcilla roja con travertino, que sobresalen en dos cerros de Bañeras.

En las trincheras de la carretera de San Jaime, inmediatas á la población, las capas se suceden con este orden:

- 1.—Arenas finas inferiores.
- 2.—Aglomerado con ostras.
- 3.—Arenas medias rojizas.
- 4.—Margas arcillosas blanquecinas.

5.—Arenas superiores con ostras.

6.—Aglomerado aluvial poligénico.

7.—Manto noduloso cuaternario.

*Corte de la sierra de San Jaime al Papiol de Arbós.*—Sobre las calizas aptenses se apoyan algo discordantes las capas siguientes:

1.—Aglomerado local costero de poco espesor.

2.—Arenas rojas incoherentes, con *O. crassicostata*, Lam. = 5<sup>m</sup>.

3.—Caliza de carácter litoral con *Lithothamnium*, *Ostrea*, *Pecten Celestini*, May., y otros moluscos.

4.—Caliza mármorea alternante con margas incoherentes que contienen *Schizaster Scillæ*, Desm.; *Pecten subpleuronectes*, Orb.; *P. galloprovincialis*, Math.; *Lucina multilamellata*, Desh., etc.

5.—Margas arenosas que pasan á arenas con *Ostrea crassissima*, Lam.; *O. gingensis*, Schl.; *Venus Dujardini*, Horn.

6.—Caliza con *Anomia ephippium*, L.; *Pecten subarcuatus*, Tourn.; *Avicula Stuleri*, May.; *Lucina columbella*, Lam.; *Cardium Burdigalense*, Bast., var. *Cerithium papaveraceum*, Bast.; *Turritella cathedralis*, Brong., y *Scutella*.

7.—Arenas blancas ó amarillentas, aglutinadas á trechos, de carácter aluvial, mezcladas con guijas de diversa naturaleza y trozos de fósiles, cubiertas por un manto delgado de arcilla calcárea nodulosa, rojiza, con *Helix*, pero que reaparecen á poca distancia, con *Ostrea gingensis*, en el cerro de Papiol.

8.—Arcillas con nódulos calizos cuaternarios.

*Corte de Castellet á can Morjades de Castellví.*—En Castellet, cerca del confin de Tarragona, también sobre la caliza aptense se suceden, casi concordantes, los siguientes estratos terciarios:

1.—Pudinga de cantos calizos = 25 metros.

2.—Caliza margosa con *Ostrea crassicostata* y *Pecten præscabriusculus*, Font., var. *Catalaunica*.

3.—Molasa margosa que sobresale en el cerro de Castellet, alternante con otras más sabulosas, cada vez menos inclinadas al N. Contiene varios equívidos, *Anomya ephippium*, *Pecten subbenedictus*, Font.; *P. lychnulus*, Font.; *P. Bonifaciensis*, Loc.; *P. Haueri*, Mich.;

*P. subpleuronectes*, Orb.; *P. galloprovincialis*, Mach.; *P. cristatus*, Bronn.; *P. varius*, Lam.; *Lucina multilamellata*, Desh.; *L. spinifera*, Mont.; *L. Dujardini*, Desh.; *L. Agassizi*, Mich.; *Venus multilamella*, Desh.; *Corbula gibba*, Oliv.; *Venus Dujardini*, Horn.; *Xenophora cumulans*, Brong.; *Pyrula condita*, Brong.; *Pleurotoma semimarginatum*, Lam.; *P. coronatum*, Gold.; *P. vermiculare*, Grat.; *Turritella turris*, Bast.; *T. gradata*, Mke.

4.—Molasas y areniscas margosas más duras alternantes, con *Schizaster Scyllæ*, Desm.; *Pecten subpleuronectes*, Orb., y *P. subarmatus*, Tour.

5.—Caliza marmórea con *Turritella cathedralis*, que constituye la Timba de Santa Bárbara y que mide de 2 á 5 metros de grueso.

6.—Margas arenosas con pocos fósiles.

En las inmediaciones de Castellet cubre á esta última tongada una arcilla con nódulos calizos cuaternaria; pero estratigráficamente las capas que siguen encima son las caracterizadas por la *Pereiræa Gervaisi*, Vez., y la *Lucina miocena*, Mich., var. *Catalaunica*, que aquí fueron parcialmente arrastradas ó derrubidas por la riera de Montañans.

Más al N., donde la denudación fué menos profunda, aparecen las arenas tortouenses con restos de *Mastodon* ó de *Elephas* en su nivel inferior, formando los cerritos de Puigmoltó y de la ermita de Montañans.

Sobre las hiladas arenosas y guijarreñas de estos cerros, que buzan suavemente al N., se apoyan las de las lomas de San Marsal, Manlleu, casa Marcas y casa Rigol, coronadas por un extenso banco de *Ostrea crassissima* y *O. gingensis*, que ocupa los puntos más elevados de esta parte del Panadés.

Entre San Marsal y La Cunillera se descubren los siguientes niveles:

- 1.—Capa con *Sus major*.
- 2.—Arenas y guijas con las dos ostras acabadas de citar.
- 3.—Arenas y margas con *Cerithium bidentatum*, Grat.; *C. crenatum*, Broc.; *Melania* cf. *Tournoueri*, Fuchs; *Helix Gualinoi*, Mich.;

*H. Delphinensis*, Font., y especies indet. de *Micromelania*, *Melampus*, *Valvata*, *Bythinia*, *Pisidium* y *Cyclostoma*.

4.—Guijas, arenas y margas de origen marino y de agua salobre, con varias especies de *Cardium*, *Ostrea digitalina*, *O. gingensis* y *O. crassissima*. Forman el nivel superior del mioceno del Panadés.

Más al N. las capas inferiores del tramo se apoyan sobre la caliza helvética con *Venus Aglouræ*, Horn., que reaparece en la falda septentrional del serrijón aptense que limita al O. al Panadés.

En la figura 74 se indica la disposición, en su conjunto, de las capas terciarias de este corte.

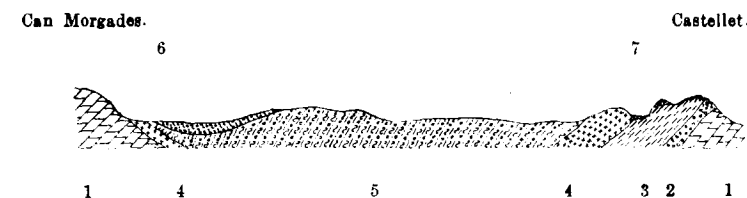


Fig. 74.—Corte de Can Morgades á Castellet, según el Sr. Almera.

Sobre las calizas aptenses, 4, se suceden en Castellet las pudingas de la base, 2, las capas burdigalenses, 5, y las helvecienses, 4, en parte cubiertas en Castellet por una manchita diluvial, 7. Por el lado de Can Morgades el helveciense, 4, yace directamente sobre el aptense; y en el espacio comprendido entre ambos puntos se extiende el tortouense inferior, 5, al que acompaña un islote del tortouense superior, 6.

*Corte de la Vall á Samontá de San Martín Sarroca.*—En el barranco de Los Monjos, en término de Santa Margarita, es donde con mayor claridad se observan los distintos niveles del sistema, apoyados sobre las capas infracretáceas con este orden:

1.—Pudinga de acantilado, de más de 40 metros de grueso, formada de cantos calizos, y sobre la cual están edificadas la ermita de San Lorenzo y el corral de Russell.

2.—Caliza marmórea, que en el comienzo del torrente está cortada en una escarpa de ocho metros de altura. En su nivel alto apri-

siona cantos rodados, apoyándose sobre la pudinga; en su nivel bajo toca directamente al aptense, y en su parte media es compacta, dura y semi cristalina, conteniendo multitud de *Schizoporella linearis*, Hap., y otros briozoos; *Pecten substriatus*, Orb.; *Cardium turonicum*, May., var. *Leda pella*, L.; *Lucina multilamellata*, L. *Haidingeri*, Hörn.; *L. columbella*, Lam.; *L. Agassizi*, Mich.; *L. ornata*, Ag.; *Venus ovata*, Penn.; *V. multilamella*, Broc.; *Mactra triangula*, Ren.; *Lutraria sanna*, Bast.; *Corbula gibba*, Oliv.; *C. retrosulcata*, Font.; *Triton corrugatus*, Lam.; *Pyrula condita*, Brong.; *Strombus Bonelli*, Brong.; *Nassa Basteroti*, Mich.; *Columbella subulata*, Bell.; *Turritella turris*, Bast.; *T. cathedralis*, Brong., etc.

5.—Caliza basta, grumosa, blanda, que mide seis metros de grueso, y que en su parte inferior se apoya transgresivamente sobre las colinas aptenses con orbitolinas, faltando las dos capas anteriores. En ese punto empieza el burdigalense por un lecho de guijas brechoides, perforadas por *Lithodomus*, como las calizas subyacentes, á expensas de las cuales se formó; y sobre él se extiende una hilada en que abundan varias especies de *Pecten* (*P. præscabriusculus*, Font.), con sus variedades *Telarensis*, *Catalaunica* y *orbicularis*; *P. Malvinæ*, Dub., con su var. *major*; *P. Pinatensis*, Alm. y Bof.; *P. præopercularis* con su var. *expansa*; *P. Vindascinus*, *P. latissimus*, Broc., etc.)

4.—Molasa margosa, en capas de distinta coherencia, en la cual á los *Pecten Malvinæ* y *P. præscabriusculos*, var. *Catalaunica*, se unen *P. subbenedictus*, Font.; *P. subpleuronectes*, Orb.; *P. cristatus*, Bronn.; *P. Suzensis*, Font.; *Venus Dujardini*, Hörn.; *Cytherea Piedemontana*, Ag.; *Pholadomya alpina*, Ag.; *Pyrula condita*, Brong.; *Clypeaster Lovisatoi*, Cott.; *Schizaster Scyllæ*, Desm., y otras especies indet. de *Corbis*, *Fusus*, etc. = 20 metros.

5.—Molasa margosa, blanco amarillenta, en la cual abundan los restos de *Schizaster Scyllæ*, Desm., con otros equinos tales como *S. Peroni*, Cott.; *Clypeaster*, *Spatangus*, etc., y las siguientes especies: *Pecten subpleuronectes*, Orb.; *P. galloprovincialis*, Math.; *P. bryozodermis*, Alm. et Bof.; *Lucina miocenica*, Mich., var. *Catalauni-*

*ca*, Alm. et Bof.; *Cardilia Deshayesi*, Hörn.; *Venus Dujardini*, Hörn.; *Tellina planata*, L.; *T. strigosa*, Gm.; *T. compressa*, Broc.; *Panopæa Menardi*, Desh.; *Pholadomya alpina*, Math.; *Lutraria sanna*, Bast.; *L. oblonga*, Chemn.; *Natica redempta*, Mich.; *Cassis saburon*, Lam.; *Pyrula rusticula*, Bast.; *P. condita*, Brong.; *P. cernuta*, Ag.; *Neptunus (Lupea) granulatus*, Milu. Edw., y *Carcharodon megalodon*, Ag.

6.—Margas sabulosas, que son más puras y fosilíferas, y toman un tinte azulado en las capas superiores. Contienen *Trochocyclus latero-cristatus*, Ed. et H.; *Pecten subpleuronectes*, Orb.; *P. galloprovincialis*, Math.; *Arca diluvii*, Lam., var. *Lucina miocenica*, Mich., var. *Catalaunica*, Alm. et Bof.; *Venus plicata*, Gm.; *Clavagella bacillaris*, Desh.; *Pereiræa Gervaisi*, Vez.; *Rostellaria Dordariensis*, Alm. et Bof.; *Murex spinifer*, Bell., var. *Voluta varispina*, Lam.; *Cancelaria lyrata*, Broc., var. *angusta*, Alm. et Bof.; *Pleurotoma calcaratum*, Grat.; *P. asperulatum*, Lam.; *P. cf. Aquensis*, Grat.; *P. semimarginatum*, Lam.; *Conus Dujardini*, Anet.; *C. Mcrati*, Broc.; *C. pelagicus*, Broc.; *C. Puschi*, Mich.; *Ringicula quadriplacata*, Morl.; *Turritella turris*, Bast.; *T. bicarinata*, Eich.; *T. cathedralis*, Brong.; *T. rotifera*, Desh.; *Natica millepunctata*, Lam., y *N. helicina*, Brochi.

En esta localidad cubren á este horizonte las arcillas nodulosas cuaternarias; pero estratigráficamente se intercalan en otros sitios unas margas sabulosas con cantos sueltos que se muestran en la parte media del Panadés, y que se componen de capas marinas con *Ostrea gingensis*, alternantes con otras que encierran restos de un proboscideo indeterminado hasta la fecha, pues pueden ser de *Mastodon* ó de *Elephas*. En otros parajes corona la serie en algunas colinas un depósito arenoso y pedregoso con un banco de *Ostrea crassissima*.

En la figura 75 resume el Sr. Almera las relaciones estratigráficas de estos niveles terciarios.

Sobre las calizas aptenses, 1, y las margas albenses, 2, yacen las capas burdigalenses, 3, las helvecienses, 4, y las tortonenses, 5, que ocupan la parte más baja del valle.

Corte de Vilovi á Torrellas de Foix.—Al N. de Can Sogás, siguien-

do la cuenca del río Foix, sobre las calizas aptenses, con lentejones interpuestos de margas, se suceden los siguientes niveles:

1.—Margas, en las cuales hay impresiones de plantas y restos de *Neritina aquensis*, Math., bitinias y pupas = 4 metros.

2.—Lentejón de yeso en láminas delgadas, que pasa de 80 metros de grueso en su parte media.

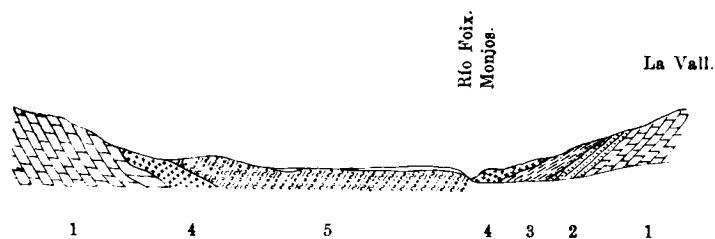


Fig. 75.—Corte de La Vall á Samontá, según el Sr. Almera.

3.—Caliza con algo de yeso en la base y con arenas margosas. Pasa de 50 metros de grueso, y contiene *Echinolampas hemisphaericus*, Ag., con su var. *maxima*, Lor.; *Cidaris Peroni*, Cott.; *Psammochinus dubius*, Serr.; *Schizaster Scyllæ*, Ag.; *S. Avenionensis*, Desm.; *Anomia costata*, Broc.; *Pecten subarmatus*, Tourn., y *Dentalium incurvum*, Ren.

4.—Arcillas azules, que pasan á margas amarillentas, con *Anomia ephippium*, Lam.; *Cardium hians*, Broc.; *Arca Turonica*, Duj.; *A. lactea*, L.; *A. Noe*, L.; *A. Rollei*, Hörn.; *Murex Delbosianus*, Grat.; *Cancellaria calcarata*, Broc., var. *quadrulata*, Alm. et Bof.; *Columbella curta*, Bell.; *Conus canaliculatus*, auct.; *Nassa Caronis*, Brong.; *Pleurotoma denticula*, Bast.; *P. ramosum*, Bast.; *Mitra scrobiculata*, Broc.; *Terebra pertusa*, Bast.; *Turritella terebralis*, Lam.; *Natica olla*, Serres; *Eulima subulata*, Donovan.; *Pyramidella plicosa*, Bronn.; *Vermetus arenarius*, L., y *Xenophora cumulans*, Brong.

5.—Margas amarillentas, alternantes con arenas finas poco fosilíferas (*Pecten subpleuronectes*, Orb.; *Arca diluvii*, Lam., var. y una ostra pequeña) = 20 metros.

6.—Arenas mezcladas con cantos sueltos de origen diluvial, midiendo gran espesor.

7.—Margas y calizas nodulosas de formación lacustre, que miden hasta 15 metros de grueso en el llano de Torrellas, y contienen *Bitthynia Luberonensis*, Tour.; *Helix Gualinói*, Mich.; *H. Delphinensis*, Font.; *Planorbis* y *Cyclostoma* indet.

8.—Arcillas, arenas y conglomerados, que se hacen bastante duros en la parte superior, apoyados en estratificación transgresiva sobre el triásico de la costa septentrional del Panadés, subiendo hasta más de 80 metros de altura.

*Corte de San Saturnino de Noyá á San Pablo de Ordal.*—Por esta parte faltan algunos horizontes del mioceno inferior, y en cambio se interpone el oligoceno entre el sistema y el aptense, sobre el cual es general se apoye.

Conforme reconocieron los Sres. Maureta y Thos<sup>(1)</sup> en las inmediaciones de San Saturnino, se reconocen tres grupos principales: el inferior, junto al río, en el que se hallan varias especies de *Clypeaster*; el medio, caracterizado por la *Ostrea crassissima*, y el superior, en que abundan los ceritos (*Cerithium pictum*), *C. bidentatum*, *C. lignitarum*, etc.)

Hace notar el Sr. Almera que en este corte, además de una falla general perfectamente señalada desde la Granada y hacia la unión del torrente Lavernó y el río Noyá, hay otras secundarias que por las orillas de ambos muestran desmantelados los estratos del helveciense. Algunos de éstos se repiten en las faldas de la montaña, á partir del banco con *Scutella*, que se apoya directamente por falla sobre las arcillas arenosas rojas del aquitaniense, según se observa junto á la boca del túnel de Subirats, hasta la casa Rigol, marcándose un desnivel de más de 40 metros en las dos fracciones de dicho banco.

Sobre las calizas aptenses se ofrecen los estratos terciarios con este orden:

1.—Arcillas arenosas rojas, con intercalaciones de arenas azuladas y margas bituminosas con yeso y lignito. Pertenece al aquitaniense lacustre, según indican las siguientes especies: *Melanopsis* cf. *subu-*

(1) *Descr. fís., geol. y mín. de la prov. de Barcelona*, pág. 332.

*lata*, Said.; *Nystia Duchasteli*, Arch.; *Hydrobia Dubuissoni*, Bouill.; *Neritina Aquensis*, Math.; *Ancylus* cf. *deperditus*, Desm.; *Lymnaea pachigaster*, Thorn.; *L. subbullata*, Font.; *Planorbis declivis*, Braun.; *P. Bollensis*, Font.; *Sciurus Feignouxi*, Pom.

2.—Zona delgada de pudinga poligénica, con arenas calcáreas bastas que pasan á molasa, y en la que abundan los ejemplares de *Scutella Lusitanica*, Lorient, y *Ostrea gingensis*, Schl., acompañados de \**Lucina miocenica*, Mich., var. *Catalaunica*<sup>(1)</sup>; *Cardium Burdigalinum*, Lam., y *Avicula Studeri*, Ag.

3.—Arcillas azuladas con *Pereiræ Gervaisi*, Vez.; *Turritella turris*, Bast., etc.

4.—Caliza sabulosa con *Ostrea gingensis*, Schl.; *Anomia costata*, Broc., y *Pecten Gentoni*, Font.

5.—Arcillas azuladas y amarillas, con nódulos de pirita de hierro y un lecho intercalado de 0<sup>m</sup>,40 de caliza. Contiene \**Venus Dujardini*, Hörn.; *Corbula nucleus*, *Schizaster?* y dientes de *Lamna*.

6.—Banco de caliza, de cuatro metros de grueso, que sufrió un resbalamiento, y que contiene *Anomia costata*, *Cardilia Deshayesi*, *Lutraria oblonga*, *Panopæa Menardi*, *Turritella turris*, \**T. cathedralis* y algunas de las especies anteriormente citadas.

7.—Margas amarillento-blanquecinas, de más de 15 metros de grueso, que se doblan en un ligero anticlinal debajo de can Rigol y que contienen *Mytilus Michelini*, Mart.; *Rostellaria Dordariensis*, Alm. et Bof.; *Murex* cf. *scalaris*, Broc.; *Triton* cf. *corrugatus*, L.; \**Ranella marginata*, Brong.; *Cancellaria calcarata*, Broc., var. *quadralata*, Alm. et Bof.; *Terebra neglecta*, Mich.; \**Columbella curta*, Bell.; \**Pleurotoma asperulatum*, Lam.; \**P. denticula*, Bast.; \**P. Jouanneti*, Desm.; *P. Olivæ*, Hörn.; *Voluta rorispina*, Lam.; \**Mitra scrobiculata*, Broc., var. \**M. striatula*, Broc., var.; \**M. goniophora*, Bell.; \**Natica helicina*, Broc.; \**Conus tarbellianus*, Grat.; \**C. virginalis*, Broc.; \**C. canaliculatus*, auct.; *Cerithium* cf. *Thiara*, Grat., etc.

(1) Las especies precedidas de un asterisco se encuentran en uno ó en varios niveles subsiguientes.

En este horizonte se intercala un lecho margoso, amarillento, con crustáceos, moluscos, equinos é impresiones de plantas, señalándose una segunda falla que hace asomar al aquitanoense.

8.—Caliza basta, granugienta, con intercalaciones margosas, de 10 metros de grueso, y sobre la cual está edificada la casa Rigol, iniciándose el buzamiento meridional. Contiene \**Lucina columbella*, Bast., y varias de las especies de los estratos anteriores.

9.—Margas sabulosas amarillentas, de más de cinco metros de grueso, poco fosilíferas, con \**Pereiræ Gervaisi*, Vez., etc.

10.—Caliza de cuatro metros de grueso, de la torre den Llopart, con *Pecten Tournali*, Serr.; \**Arca diluvii*, Lam., y otras especies ya citadas.

11.—Caliza basta de la Cruz den Llopart, de tres á cuatro metros de espesor, con *Ostrea crassissima*, Lam.; *Pecten subarcuatus*; Tour.; *P. elegans*, Andr.; *P. Vindascinus*, Font.; *P. pusio*, Lam.; *Halitherium fossile*, Cuv., etc.

12.—Margas amarillentas, blanquecinas y azuladas, sabulosas, de cuatro metros de grueso, con profusión de *Pecten galloprovincialis*, Math.

13.—Calizas margosas amarillentas, de 10 metros de espesor, con lechos intercalados de margas, conteniendo *Halitherium fossile*, Cuv.; *Carcharodon auriculatus*, Blain., y varias de las especies mencionadas.

14.—Arenas de 25 metros de grueso en algunos puntos, con escasos restos de ostras y anomias en su parte superior.

15.—Calizas, fuertemente inclinadas al S., que miden dos metros de grueso en can Pujó, y contienen *Pecten* cf. *benedictus*, y alguna de las especies citadas.

16.—Arenas de tres metros de grueso, muy poco fosilíferas.

17.—Caliza conchera de dos metros de grueso, con *Scutella lusitanica*, Lor.; *Clypeaster intermedius*, Mich.; \**Lucina ornata*, Ag.; *Ostrea digitalina*, Dub.; *Cerithium pictum*, Bast., y otras especies.

18.—Arenas margosas de 1<sup>m</sup>,50 de grueso, con cantos en su



parte inferior, y un banco con *Ostrea crassissima* y *O. gingensis* en las inmediaciones de can Pujó.

19.—Caliza con *Lithothamnium* y moldes de varias bivalvas.

20.—Arenas de uno á dos metros de grueso, muy poco fosilíferas.

21.—Caliza sabulosa de tres metros de espesor, inclinada 15° al S., con *Ostrea Welschi*, Kil.; *Pecten bifidus*, Münst.; *P. opercularis*, Lam.; *P. Zitteli*, Fuchs; *P. varius*, L.; *Lithodomus lithophagus*, L.; *L. minimus*, Loc.; *Mytilocardia elongata*, Brong.; *Venus Aglaure*, Brong.; *Jouannetia Papiolina*, Vez.; *Cypræa pyrum*, Gm.; *Escharoides monilifera*, M. Edw., algunas de las especies citadas y varios coralaris, entre los cuales se encuentran los siguientes, estudiados por el Dr. Angelis d'Ossar<sup>(1)</sup>: *Leptophyllia panteniana*, Cap. sp.; *Phyllocænia superstes*, Mich.; *Cyathomorpha rochetina*, Mich. sp.; *Helias-træa Defrancei*, Edw. et H.; *H. Ellisiana*, Defr.; *H. plana*, Mich. sp.; *Goniastræa gratissima*, Mich.; *Calamophyllia* sp. nov.; *Trochocyatus latero-cristatus*, Edw. et H.; *Flabellum avicula*, Mich., y *F. Roissyi*, Edw. et H., con el briozoo *Escharoides monilifera*, M. Edw.

22.—Margas arenosas y arcillas azuladas, excesivamente fosilíferas, de cuatro á cinco metros de grueso, que discordantes con las capas anteriores, constituyen un fondo del terreno entre la parroquia de San Pablo de Ordal y San Sebastian dels Gorchs. En ellas se encuentran, además de las especies señaladas con un asterisco de los niveles anteriores y siguientes, las que á continuación se expresan: *Trochocyatus latero-cristatus*, M. E.; *Anomia ephippium*, L.; *Pecten cristatus*, Bronn.; *P. subpleuronectes*, Orb.; *Arca Noe*, Liu.; *A. umbonata*, Lam.; *Leda pelucida*, Phill.; *Pectunculus pilosus*, L.; *Cardium hians*, Broc.; *Loripes leucoma*, Tust.; *Diplodonta apicalis*, Phill.; *Cardita scalaris*, Sow.; *Venus plicata*, Gm.; *Cyterea rudis*, Poli.; *Tellina donacina*, Lam.; *T. crassa*, Penn.; *Corbula revoluta*, Broc.; *C. carinata*, Duj.; *Murex Delbosianus*, Grat.; *M. sublavatus*, Bast., var. *Grun-*

*densis*, Hörn.; *Pollia* cf. *varians*, Mich.; *Triton olearius*, L.; *Fasciolaria tarbelliana*, Grat., var. *Cancellaria foveata*, Alm. et Bof.; *C. Westiana*, Grat.; *C. lyrata*, Broc., con la var. *angusta*, Alm. et Bof.; *C. cancellata*, L.; *C. contorta*, Bast.; *C. obsoleta*, Hörn.; *Pyrula rusticula*, Bast.; *P. granifera*, Mich.; *P. reticulata*, Desh.; *P. condita*, Brong.; *P. geometra*, Bors.; *Fusus multiliratus*, Bell.; *F. angulosus*, Broc.; *F. brevicaudatus*, Bell.; *F. aduncus*, Bronn.; *F. magnus*, Bell.; *F. corneus*, L.; *Terebra pertusa*, Bast.; *T. modesta*, Defr.; *T. striata*, Bast.; *T. acuminata*, Bors.; *T. cinerea*, Bast.; *T. plicaria*, Bast.; *T. Basteroti*, Nyst.; *Nassa spirata*, Bast.; *N. semistriata*, Broc.; *N. Desnoyersi*, Bell.; *N. Bollenensis*, Tour.; *N. Coppii*, Bell.; *N. Basteroti*, Mich.; *N. inconspicua*, Sow.; *N. Haverii*, Mich.; *N. costulata*, Broc.; *N. baccata*, Bast.; *N. polygona*, Broc.; *N. prismatica*, Broc.; *N. serraticosta*, Bronn.; *N. Tarraconensis*, Tour.; *N. cf. Badensis*, Part.; *N. cf. Andrei*, Bast.; *N. cf. cuneata*, Costa; *N. cf. Dujardini*, Desh.; *N. cf. Philipii*, Mich.; *N. cf. sculptilis*, Bell.; *N. cf. cincta*, Bell.; *N. cf. Fontannesii*, Bell.; *N. cf. Crossei*, May.; *Ringicula Baylei*, Morl.; *R. quadruplicata*, Morl.; *R. Almeræ*, Morl.; *R. Gaudryi*, Morl.; *Purpura* cf. *cylopeum*, Phill.; *Cassis sulcosa*, Lam.; *C. mammillaris*, Grat.; *Columbella minor*, Sca.; *C. subulata*, Bell.; *C. Borsoni*, Bell.; *Oliva scalaris*, Bell.; *Ancillaria glandiformis*, Lam.; *Conus Berghausi*, Mich.; *C. Mercati*, Broc.; *C. Sharpei*, Costa; *C. avellana*, Lam.; *C. extensus*, Pusch.; *Pleurotoma vermiculare*, Grat.; *P. pingue*, Bell.; *P. coronatum*, Müns.; *P. Aquense*, Grat.; *P. intermedium*, Broc.; *P. varisulcatum*, Font.; *P. ramosum*, Bast.; *P. pustulatum*, Broc.; *P. terebra*, Bast.; *P. varicosta*, Broc.; *P. rudum*, Bell.; *P. interruptum*, Broc.; *P. spinosum*, Grat.; *P. calcaratum*, Grat.; *P. Susanne*, Hörn.; *P. concatenatum*, Grat.; *P. granulocinctum*, Münst.; *P. gradatum*, Defr.; *P. ditissimum*, May.; *P. Olgæ*, Hörn.; *P. sylvestre*, Dod.; *P. cariniferum*, Grat.; *P. semimarginatum*, Lam.; *P. intortum*, Broc.; *P. cataphractum*, Broc.; *P. ornatum*, Defr.; *P. reticulatum*, var. *Bollonensis*, Font.; *P. brachystoma*, var. *Comitatensis*, Font.; *P. cf. ditissimum*, May.; *P. cf. columæ*, Bell.; *P. cf. distinguendum*, Bell.; *P. cf. cerithioides*, Desm.; *P. cf.*

(1) Los primeros antozoos y briozoos miocénicos recogidos en Cataluña. Bol. R. Acad. de Ciencias y Artes de Barcelona. 1898.

*unifilosum*, Bell.; *P. cf. exile*, Bell.; *P. cf. varistriatum*, Bell.; *Voluta varispina*, Lam.; *Mitra separata*, Bell.; *M. scolarata*, Bell.; *M. transiens*, Bell.; *M. protacta*, Bell.; *M. diognota*, Bell.; *M. Bronni*, Mich.; *M. drylliaformis*, Bell.; *M. pyramidella*, Broc.; *M. Venusta*, Bell.; *Natica millepunctata*, Lam.; *N. glaucinoides*, Desh., var. *depressa*, Grat.; *N. redempta*, Mich.; *Pyramidella plicosa*, Bronn.; *Turbonilla Cocconi*, Font.; *T. costellata*, Grat.; *T. subumbilicata*, Grat.; *T. pusilla*, var. *præcedens*, Sacco; *Pyrgolampis Taurinensis*, var. *Dertonensis*, Sacco; *Eulima subulata*, Dou.; *E. lactea*, Lam.; *Nisso eburnea*, Risso; *Cerithium Europæum*, May.; *C. Lapugyense*, May.; *C. crenatum*, Broc.; *C. Bronni*, Part.; *C. mutabile*, Grat.; *C. galliculum*, May.; *C. cf. turonicum*, May.; *C. cf. rupestre*, Risso; *C. cf. fraterculus*, May.; *Bittium reticulatum*, Costa; *Cerithiolum scabrum*, Oliv., var. *Comitatensis*, Font.; *Melanopsis cf. buccinoides*, Fer.; *Aporrhais pespelæcani*, L.; *Turritella rotifera*, Desh.; *T. terabralis*, Lam.; *T. subangulata*, Broc.; *T. acutangula*, Broc.; *T. bicarinata*, Eich.; *T. Archimedis*, Brong.; *T. quadricarinata*, Broc.; *T. communis*, Risso; *T. Cabrierensis*, Fisch.; *Vermetus arenarius*, Lin.; *Scalaria tenuicostata*, Mich., var. *Michaudi*, Font.; *S. Turtonis*, Turt.; *S. lanceolata*, Broc.; *Solarium millegranum*, Lam.; *Adeorbis Woodii*, Hörn.; *Phorus testigerus*, Bronn.; *Ph. Deshayesi*, Mich.; *Neritina concava*, Fer.; *N. pisiiformis*, Fer.; *N. picta*, var. *zonata*, Grat.; *Rissoa Lachensis*, Bast.?.; *Rissoina pusilla*, Broc.; *R. Bruguieri*, Payr.; *Trochus cf. crispulus*, Phil.; *Turbo tuberculatus*, Serr.; *Clanculus Aaronis*, Bast.; *Delphinula lævis*, Phil.; *D. rotelliformis*, Grat.; *Rotella nana*, Grat.; *Cyclodostomia cingulata*, Dod.; *Capulus Aquensis*, Grat.; *Dentalium Jani*, Hörn.; *D. Michelotti*, Hörn.; *D. tetragonum*, Broc.; *D. dentatis*, L.; *Cylichna umbilicata*, Mont.; *Volvula acuminata*, Brug.; *Actæon tornatilis*, L.; *Retusa truncatula*, Brong.; *Bullina Lajonkairiana*, Bast., y otras varias de los géneros *Chama*, *Ostrea*, *Melampus*, *Assimineæ*, *Circulus*, *Truncatella*, *Cipræa*, *Dytrupa*, *Miliobatis*, *Oxyrhina*, *Sargus* y *Criophrys*.

Varias de las especies de esta larga lista se encuentran también en el plioceno.

23.—Arcillas sabulosas azuladas, discordantes sobre las capas anteriores, en la casa Vendrell, con multitud de lamelibránqueos de aguas salobres, mezclados con conchas marinas. Además de varias de las especies citadas en los números anteriores, contienen: *\*Arca lactea*, L.; *A. dichotoma*, Hörn.; *Leda conmutata*, Phil.; *L. fragilis*, Chem.; *L. nitida*, Broc.; *Cardium multicoatum?*, Broc.; *C. cf. Taurinum*, Mich.; *C. cf. Michelotti*, May.; *\*Lucina dentata*, Bast.; *L. spinifera*, Mont.; *Venus multilamella*, Lam.; *Cytherea pedemontana*, Ag., con la var. *minor*; *Tellina planata*, L.; *Mactra podolica*, Eich.; *\*Ervilia pusilla*, Phil.; *\*Corbula gibba*, Oliv.; *\*Fusus spinifer*, Bell.; *Nassa tumida*, Eich.; *Nerita plutonis*, Bast.; *Melanopsis costata*, Fer.; *Caliptræa chinensis*, L.

24.—Arenas verdosas y amarillentas, de cinco metros de grueso, sobre las cuales se levanta parte del pueblo de San Pablo de Ordal.

25.—Banco de 1<sup>m</sup>,50 de espesor con *Ostrea gingensis*, var. *parva*.

26.—Margas de cinco metros de grueso con *Chama gryphoides*, Lam.; *\*Lucina dentata*, Ag.; *L. spinifera*, Mont.; *Ostrea lamellosa*, Broc.; *Murex Dertonensis*, May.; *M. sublavatus*, Bast.; *M. celatus*, Grat.; *\*Pyrula cornuta*, Ag.; *Rostellaria Dordariensis*, Alm. et Bof.; *Nassa acrostyla*, Fisch.; *N. corniculum*, Oliv.?.; *Columbella turonica*, May.; *\*Natica Josephina*, Risso; *Cerithium bidentatum*, Grat.; *C. liquitarum*, Hörn.; *\*C. vulgatum*, L.; *C. minutum*, Serr.; *C. rubiginosum*, Rich.; *\*Turritella gradata*, Menk.; *Nerita Plutonis*, Bast., etc.

27.—Arenas poco fosilíferas, que pasan á margas arenosas, con tres metros de espesor.

28.—Arenas que ocupan muchos metros de espesor, con cantos sueltos y lechos margosos interpuestos. En la base tienen algunas ostras y anomias; en la parte superior crustáceos y moluscos, cerca de la casa de San Pedro Molanta, desde la cual hasta Gañolas se extienden por el S., profundándose al N. entre San Pablo de Ordal y Labern.

29.—Manto de 50 centímetros de grueso, formado de cantos sueltos, arenas, margas y nódulos calizo-magnesianos, conteniendo *Ostrea gingensis* y *Pecten pusio* en la carretera de Villafranca á las Cabañas, cubriéndole un manto arcilloso cuaternario.

El espesor total del sistema es, en este corte, de 180 metros; y en resumen, queda probado que en el Panadés existen las tres edades, burdigalense, helveciense y tortonense, de los otros países mediterráneos, habiendo grandes analogías con las mismas formaciones de la cuenca del Ródano. Falta, sin embargo, en el Panadés el burdigalense inferior con que comienza el sistema en diversas localidades extranjeras.

Según las observaciones del Sr. Almera <sup>(1)</sup>, el helvético de San Pablo de Ordal, caracterizado por los bancos de *Ostrea crassissima*, se extiende hasta los Planos de Ordal, formando un seno encajonado entre las montañas urgo-aptenses, como el contiguo de Olesa de Bonesvalls. El aluvi6n infrahelvético, 6 inferior al mioceno superior, llegó hasta los mismos cerros infracretáceos de Garraf, cubriendo parte de éstos, en direcci6n del SE. al NO., desde el caserío de Jafra al del Arbossá, pasando por el fondo de Querol y el cementerio de Olivella, y extendiéndose de E. á O. desde el Arbossá, por el caserío de Codols de Garró, hasta Olesa de Bonesvalls, en cuya comarca forma otro seno intercalado entre la sierra de Riés y la Mola, dependiente, como el anterior, del golfo mioceno del Panadés y el Vallés.

FAJITA DE VILLANUEVA Y GELTRÚ.—Como advierte el Sr. Almera, la fajita de Villanueva y Geltrú, compuesta de calizas compactas, arcillosas y arenosas, corresponde á su tramo 6.º, 6 sea al tortonense, encontrándose entre sus capas *Ostrea crassissima*, *O. gingensis*, *Pecten galloprovincialis*, *Turritella bicarinata* y varias de las especies antes citadas.

No es enteramente de origen marino esta fajita, pues también se ven en ella unas margas lacustres de agua salobre, que han sido objeto de estudios especiales, practicados por el Sr. Almera <sup>(2)</sup>. Esta

(1) Nota sobre el mapa topográfico-geológico de la regi6n comprendida entre el paralelo de Vallirana, Ordal y Labern y el litoral. Bol. R. Acad. Ciencias y Artes de Barcelona, vol. I, 1893.

(2) Sucinta exposici6n de la formaci6n salobre tortonense de Villanueva y Geltrú. Mem. R. Acad. Ciencias y Artes de Barcelona, 3.ª 6poca, tomo I.

formaci6n se extiende desde Ribas hasta las inmediaciones de Cubellas en una superficie de 55 kil6metros cuadrados, y acusa la existencia, al final del mioceno, de una albufera que se comunicaba ampliamente con el Mediterráneo, limitada por colinas infracretáceas, las cuales la rodearon á modo de anfiteatro, desde el cerro de San Crist6bal por el E. hasta el de San Gervasio al O.

A causa de los continuados derrubios, en gran parte desaparecieron los dep6sitos de esa albufera, viniendo á ocupar su sitio el cuaternario, quedando casi íntegras con su espesor primitivo las capas más alejadas del litoral. Forman hoy éstas una serie de lomitas, la mayor de las cuales no alcanza 50 metros de altura, originadas por otros tantos arroyos que descienden de los montes infracretáceos inmediatos. Están formadas de margas blanquecinas y oscuras, de olor bituminoso hacia la base, intercalándose en algunos sitios, como en el manso Ricart de Cubellas, lechos con ostras, telinas y otros moluscos marinos, entre las capas fluvio-marinas en que abunda la *Bythinia Luberonensis*, var. *Veneria*, Font. Entre Ribas y Cubellas abunda también otra var. *minor*, Alm. et Bof., de la misma especie, y con ambas se asocian en toda la formaci6n las *Bythinia? Cubellensis*, Alm. et Bof.; *Potamides Catalaunicus*, Alm. et Bof.; *P. Gertrudensis*, Alm. et Bof.; *Melania? Catalaunica*, Alm. et Bof.; *Neritina Grasiana*, Font., var. *Catalaunica*, Alm. et Bof.; *Helix Turonensis*, Desh., var. *Tortonica*, Alm. et Bof.; *Lymnæa Bouletti*, Mich., var. *Gertrudensis*, Alm. et Bof.; *L. Garnieri*, Font., var. *rippensis*, Alm. et Bof., y *L. subminuta*, Alm. et Bof.

En los bordes de la formaci6n, tocando al infracretáceo, se intercala un aglomerado ribereño de poco espesor; pero en el resto del llano esta formaci6n margosa se apoya directamente sobre la caliza tosca helveciense con *Turritella turris*, *T. cathedralis* y *Ostrea crassissima*.

MANCHA DE PAPIOL.—En el cerro en que está edificado Papiol, una caliza margosa amarilla, con guijo de cuarzo y abundancia de la *Ostrea crassissima*, se sobrepone á los conglomerados rojos, base del mioceno en esta provincia. El cerro está coronado por una caliza

compacta, muy dura, formada por corales, que asoma en una veintena de metros entre la iglesia y las primeras casas del pueblo. Esta caliza se vuelve á encontrar á un quilómetro al E., formando un cerrito cortado por grietas verticales que le dividen en crestas dentelladas, y según el Sr. Carez, es de la misma edad que las capas con *Turritella rotifera* ó de las areniscas y pudingas superiores del Montjuich.

ISLOTE DEL MONTJUICH.—Los distintos geólogos que se han sucedido en el estudio de este cerro, que domina por el S. la gran ciudad de Barcelona, le han considerado formado de muy diversa manera, no coincidiendo en el número de hiladas de que consta, ni en la determinación específica de sus rocas.

Llovet creía que éstas podrian agruparse en 18 hiladas; pero La Marmora <sup>(1)</sup> y Toschi <sup>(2)</sup> las redujeron á 12, dispuestas con el orden siguiente:

- 1.—Arenisca muy silicea con turritelas.
- 2.—Marga azul, transformada parcialmente en jaspe ó tripoli.
- 3.—Arenisca muy silicea con turritelas, que forma en la base una pudinga de cantos menudos de granito, pórfido, lidia y cuarzo.
- 4.—Marga azul con *Turritella*, *Pecten*, *Venus*, etc.
- 5.—Arenisca amarillenta con *Turritella*, *Venus*, *Lucina*, *Balanus*, *Pectunculus*, *Pecten*, *Ostrea* y hematites.
- 6.—Ocre manganesifero.
- 7.—Arenisca silicea con manchas rojas, pasando en su base á pudinga como la del núm. 5.
- 8.—Marga azul verdosa, con *Pecten*, *Venus*, *Pectunculus*, *Lucina*, *Tellina* y otras bivalvas.
- 9.—Arenisca silicea algo califera.
- 10.—Marga verdosa con *Venus*, *Pectunculus*, *Lucina*, *Tellina* y otras bivalvas.
- 11.—Arenisca silicea blanquecina.

(1) *Coupe demonstrative de la montagne de Montjuich.*

(2) *Sur quelques localités d'Espagne et de France.*

12.—Arenisca terrosa amarillenta.

En su Memoria de los alrededores de Barcelona, Vezian redujo á seis esas hiladas: las dos primeras correspondientes al mioceno inferior; las dos siguientes al mioceno superior, y las otras dos al plioceno; pero en su *Protrome de Geologie* rectificó, clasificándolas todas como miocenas.

Según el Sr. Carez <sup>(1)</sup>, este cerro se compone de los seis niveles siguientes:

- 1.—Conglomerado compacto inferior.
- 2.—Margas con *Turritella turris*.
- 3.—Caliza margosa con *Turritella rotifera*.
- 4.—Arenisca de grano fino.
- 5.—Margas y calizas con *Ostrea crassissima* y *Turritella rotifera*.
- 6.—Areniscas y pudingas superiores.

Los Sres. Maureta y Thos <sup>(2)</sup> opinan que la afirmación de Vezian referente á la falta de caliza no es cierta; y si bien están de acuerdo con el Sr. Carez acerca de la situación é inclinación de las capas en las inmediaciones de Vista-Alegre y en la parte occidental del cerro, no creen admisibles las denominaciones de algunas de las rocas que les compone ni la agrupación de los estratos propuestas por dicho geólogo. En su lugar, los citados ingenieros proponen las cinco hiladas siguientes:

- 1.—Areniscas y conglomerados con *Conus Berghausi*.
- 2.—Areniscas muy cuarzosas con *Scutella subrotunda* y *Pecten dubius*.
- 3.—Arenas y margas con *Turritella rotifera*.
- 4.—Margas, gredas y arcillas, con *Ostrea crassissima*, *Tellina planata* y dientes de *Oxyrhina*.
- 5.—Areniscas arcillosas con *Pectunculus tomentosus*.

La roca más importante de todas las que componen el Montjuich es la arenisca cuarzosa, y según se observa en las canteras de To-

(1) Loc. cit., pág. 268.

(2) *Descr. prov. Barcelona*, pág. 307.

rres, del Fondo de Gayá, de España, de Safont, del Port, de Taberner, de la Serafina y de la Animeta, forma bancos de 5 á 15 metros de grueso, separados por lechos delgados de arcillas diversamente coloridas ó por arenas amarillas que cuando están libres de cal son muy apreciadas en las fundiciones. En algunos sitios desaparece la arcilla y se unen los bancos de arenisca con tránsitos á pudingas y con litoclasas alineadas al N. 15° E. Opinó Vezian que estas litoclasas se deben en parte al metamorfismo de las rocas causado por ofitas infrayacentes; pero la existencia de estas últimas no ha sido comprobada. Más natural parece suponer el metamorfismo parcial de las rocas del cerro por manantiales silíceos y ferruginosos, si se atiende á la composición de sus diversos elementos.

Generalmente, las areniscas del Montjuich están compuestas de granos de cuarzo vítreo, cimentados por una pasta silícea, arcillosa ó arcillo-califera. Algunas pasan á maciños, otras á arcosas, y además de hojuelas de mica, óxidos y pirita de hierro, suelen contener nódulos de calcedonia. Las arcillosas son amarillentas; las cuarzosas, blanco-agrisadas, y las que entre éstas tienen grano fino son muy apreciadas como piedras de construcción y de molino.

Las areniscas y arenas de la cantera de Safont buzán 10° al NO.; las de la de Taberner al SE., sosteniéndose la inclinación meridional desde las huertas de San Beltrán hasta Vista-Alegre; mas á partir de este punto hasta la arista saliente de su falda meridional, cambia el buzamiento en sentido opuesto, y de nuevo inclinan al S. en las inmediaciones del Castillo. Desde aquí caen al nivel del mar los estratos más elevados, dejando al descubierto cerca de la playa las capas medias é inferiores que están cortadas á pico por este lado, según se dibuja en la figura 76. El conglomerado de la base, 1, está formado de cristales de cuarzo, trocitos de feldespato, guijo menudo de pizarra y de caliza que rara vez llega á cuatro centímetros de longitud. Piensa el Sr. Carez que pudiera ser este conglomerado de una edad anterior á la miocena, durante la cual formaría un peñasco submarino, encima del que se sedimentaron las hiladas siguientes.

Interrumpidas de trecho en trecho por bancos de arenisca, se so-

breponen al conglomerado unas margas sabulosas amarillas, 2, que cerca de Vista-Alegre contienen la *Turritella turris*, terminando con un banco, de seis metros de grueso, de arenisca de grano grueso, 5; con dos metros de espesor sigue á ésta un banco de margas, 4, con *Turritella rotifera*, Lam., y varias ostras, sucediendo después unas margas amarillas con concreciones, en 15 metros; una arenisca dura, al principio morada, 5, después gris, 6, con ocho metros de potencia; unas margas azules, 7, que suman dos metros, las calizas margosas con *O. crassissima*, 8, y, por fin, la molasa con *Turritella*

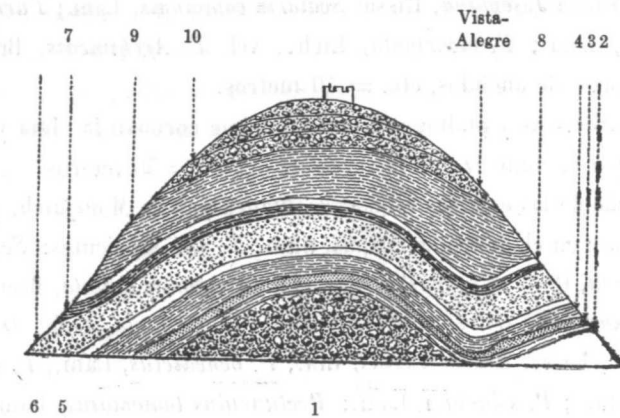


Fig. 76.—Corte á través del Montjuich, según el Sr. Carez.

*rotifera* en un grueso de siete metros, 9, coronando la serie las areniscas y pudingas superiores, 10.

A causa de los derrubios del cerro se descubren poco las capas en la subida al Castillo desde Barcelona; pero en la falda occidental se ve claramente el siguiente orden estratigráfico:

1.—Caliza sabulosa con *Turritella rotifera*, *Tellina planata* y otras muchas especies, como las de la capa núm. 7 que á continuación se detalla = 15 metros.

2.—Arcilla azul clara con hilos de arena = 2 metros.

3.—Arenisca morada, blanda, que pasa gradualmente al número que sigue = 0<sup>m</sup>,80.

4.—Arenisca gris, muy dura, de grano fino de cuarzo con trocitos de feldespato rojo descompuesto = 25 metros.

5.—Marga azul endurecida en la parte superior, con equinos, pecten, etc. = 2<sup>m</sup>,50.

6.—Caliza margosa con guijo redondo de cuarzo, *Ostrea crassissima*, Lam., y *Cardita Jouanneli*, Bast. = 2 metros.

7.—Molasa amarillenta con muchos hoyuelos y concreciones, y *Ostrea digitalina*, Dub.; *Pecten burdigalensis*, Lam.; *P. Tournali*, Serr.; *Pectunculus pilosus*, Lin.; *Cytherea Pedemontana*, Ag.; *Tellina planata*, Lin.; *Conus ventricosus?*, Bronn.; *Fusus Valenciennensi*, Grat.; *Natica Josephina*, Risso; *Scalaria communis*, Lam.; *Turritella rotifera*, Lam.; *T. bicarinata*, Eich., vel. *T. Archimedis*, Brong.; *Arca*, trazas de anélidos, etc. = 40 metros.

8.—Areniscas y pudingas alternantes que coronan la cima y continúan por el comienzo de la vertiente del O. = 50 metros.

Además de las especies citadas se encuentran en Montjuich, principalmente en el grupo de capas núm. 7, las siguientes: *Scutella subrotunda*, Desh.; *Clypeaster altus*, Lam.; *Anomia costata*, Broc.; *A. ephippium*, Lin.; *Ostrea callifera*, Desh.; *O. cyathula*, Lam.; *O. longirostris?*, Lam.; *Pecten dubius*, Lin.; *P. benedictus*, Lam.; *P. opercularis*, Lin.; *P. solarium*, Lam.; *Pectunculus tomentosus*, Lam.; *P. numarius?*, Lin.; *Cytherea chione*, Lin.; *Venus umbonaria*, Lam.; *V. verrucosa*, Lam.; *V. multilamella*, Lam.; *V. suborbicularis?*, Gold.; *Tellina serrata*, Ren.; *Calyptraea trochiformis*, Lam.; *Tenebra fuscata*, Broc.; *Ringicula buccinea*, Desh.; *Conus antidiluvianus*, Brug.; *C. ponderosus*, Brug.; *C. Puschi*, Mich.; *C. Berghausi*, Mich.; *Scalaria pseudo scalaris*, Broc.; *Turritella imbricataria*, Lam.; *Balanus concavum*, Bronn.; *B. tintinabulum*, Lin.; dientes de placoides (*Lamna?*, etc.)

CALIZA DE CAMPAÑA.—Aislado en medio del Vallés, como último jalón de un depósito mucho más extenso destruido en su mayor parte por denudaciones posteriores, hay un manchoncito de caliza amarillenta, basta, dura y cavernosa, sobrepuesta á las areniscas y pudingas rojas del mioceno lacustre, según Carez, ó del proioceno, se-

gún los Sres. Maureta y Thos, y que se eleva hasta 150 metros de altitud. Entre varias especies de moluscos indeterminables (*Pinna*, *Modiola*, *Lucina*, *Tellina*, *Turritella*, *Conus*, etc.), contiene *Cardium hians*, Brochi; *Cytherea Pedemontana*, Ag.; *Tellina lacunosa*, Chemn., y *Turritella cathedralis*, Brong. El Sr. Carez la supone, aunque con duda, anterior á las manchas anteriores que corresponden al horizonte de la *Ostrea crassissima*.

MIOCENO LACUSTRE.—Corresponden, según el Sr. Carez <sup>(1)</sup>, á la formación miocena lacustre unas areniscas y pudingas rojas que se extienden junto á San Bartolomé de Vallbona y de San Saturnino por el O., continúan al E. hasta Papiol y el pie del Tibidabo, se prolongan hasta Martorell por el S., y terminan en punta por el lado opuesto en Granollers. Se sobreponen casi por todas partes al siluriano, y entre Martorell y San Saturnino están limitadas por el trias ó por capas miocenas marinas del nivel de la *Ostrea crassissima*, que son más recientes.

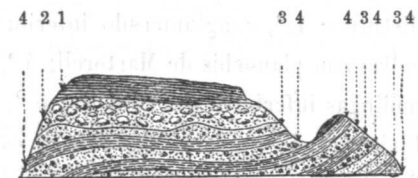


Fig. 77.—Corte al S. de Martorell, según el Sr. Carez.

Las areniscas, ya de grano basto, ya fino-granudas y arcillosas, 3, yacen en bancos irregulares, según se ve en la figura 77, entremezcladas con los conglomerados de cantos de diverso volumen, entre los que abundan los de pizarra siluriana. Algunas margas azuladas y rojizas, 4, se intercalan entre esos dos elementos, atravesadas por vetillas irregulares de yeso, viéndose también lechos de caliza, con planorbis pequeños, en el molino de Calope y junto al puente del ferrocarril cerca de Martorell. En todas las capas se notan diversos pliegues y ondulaciones, llegando su inclinación á 50° en ciertos parajes, según se observa en las márgenes del Gayá y en las del Llobregat, entre Martorell y Olesa.

(1) *Etude sur les terr. cret. et tert. du N. de l'Espagne*, pág. 258.

Cerca del túnel de Martorell, las capas más bajas de esta formación contienen algunas bitinias y granos de chara, siguiendo las ondulaciones de los estratos entre ese punto y Papiol, donde se hallan las más modernas de la formación. Un manto diluvial pedregoso, 2, y otro de limo rojizo, 1, se sobreponen á las capas terciarias.

Por la derecha del Llobregat, el mioceno lacustre se extiende en un llano poco más alto que el nivel del río, sin elevarse en colinas, como se observa sobre la orilla opuesta. Cerca de Masquefa se halla en las areniscas el *Helix Lartetii*, Boissy, y á corta distancia de Martorell, en el camino de Piera, por bajo de las areniscas y pudingas rojas, asoma otra arenisca muy arcillosa que contiene moldes de *Arca*, *Cardium*, *Cardita* y otros fósiles marinos.

Supone el Sr. Carez que llega á 250 metros el espesor de esta formación lacustre, en las cuales Vezian distinguió estos siete niveles distintos: 1.º, conglomerado inferior; 2.º, lignito de Subirats; 3.º, caliza con planorbis de Martorell; 4.º, arenisca de Castellbisbal; 5.º, pudingas inferiores del Panadés; 6.º, maciño inferior del Noyá y del Llobregat; 7.º, maciño superior de estos dos ríos. Mas advierte dicho Sr. Carez que los cuatro primeros niveles corresponden al oligoceno y los tres últimos al mioceno, no teniendo esa clasificación más valor que el puramente teórico.

En resumen: la parte baja de esta formación estaría constituida por las capas con bitinias y caras; la media por las que ofrecen el *Helix Lartetii*, y la superior la que encierra los planorbis pequeños.

Varios descubrimientos de importancia hizo el Sr. Almera en el mioceno lacustre de esta provincia. El primero en las margas sabulosas de las inmediaciones de Sabadell, entre las cuales, á la profundidad de 40 metros, se encontraron los restos de *Hipparion gracile*, Kaup., y *Mastodon longirostris*, Kaup., que caracterizan el mioceno superior <sup>(1)</sup>. La misma formación de origen terrestre debe prolongarse por debajo de la gran mancha cuaternaria del Panadés, pues en una cantera de piedra de cal, llamada La Montañeta, sita á dos

(1) *Crón. cient. de Barcelona*, tomo III, pág. 3.

quilómetros al S. de Villafranca, se hallaron huesos y molares de un mamífero pequeño, los cuales indican que por allí hay un depósito de agua dulce que está todavía por examinar detalladamente.

Las otras observaciones del mismo Sr. Almera se refieren á tres yacimientos de vegetales fósiles terciarios que hay en esta provincia. El primero en los aglomerados de la riera del Morral, junto á Can Cabassa, término de Ullastrell, donde el espesor del sistema pasa de 200 metros, y en los cuales se contienen dos especies de *Typha*, una de ellas la *T. latissima* <sup>(1)</sup>.

El segundo yacimiento se refiere al depósito arcillo-sabuloso ribereño de una laguna, marisma ó albufera tortoniense, en cuyas orillas crecieron un jabonero, el *Sapindus densifolius*, Heer, de Oeningen (Suiza); dos caueleros, el *Cinamommum Scheuchzeri*, Heer, y el *C. polymorphum*, y también el *Myrica salicina*, árboles propios del Asia Oriental, que indican claramente el cambio de climas que ocurrió en nuestro país, comprobado además por las faunas de moluscos que se han ido sucediendo.

Tres tipos diferentes encontró el mismo geólogo en el tercer yacimiento, situado en las cercanías del Papiol: el *Platanus aceroides*, el *Acer pseudo-campestre* y un laurel que tiene muchas afinidades con los de la edad placentina. «En los tiempos mesinicos ó mio-pliocenos, agrega, estas plantas poblaban los montes y las riberas de los mares de nuestras cercanías, constituyendo por su abundancia y lozanía verdaderos bosques, bien distintos por su aspecto de los contemporáneos, pero muy parecidos á los que crecen actualmente en algunas comarcas de la China, del Japón, de los Estados Unidos y de Canarias.

«La presencia á la sazón, ó sea en la aurora de los tiempos pliocenos de estos tipos vegetales, dice además el Marqués de Saporta, constituye señales inequívocas de la dulzura y humedad del clima, puesto que el plátano y los demás excluyen las temperaturas extremas, así de calor como de frío; y este árbol debe ser para nosotros

(1) *Crón. cient. de Barcelona*, tomo XIV, pág. 478.

la señal más precisa del clima que disfrutaba á la sazón la Europa central, puesto que permitía que se conservaran en armónica asociación las especies que integran las más ricas selvas del Norte, combinadas con las que entran en la constitución de las verdes montañas de las islas Canarias y de los confines del Cáucaso.»

La tercera flora terciaria corresponde claramente al plioceno, y se explicará en el capítulo siguiente.

### Tarragona.

Explicada en el art. 2.º de este capítulo la parte del terciario con que termina en esta provincia la gran mancha de origen lacustre de las cuencas del Duero y del Ebro, nos queda la descripción de los depósitos del mismo sistema que son de origen marino, con otra manchita aislada de formaciones de agua dulce que yace próxima al litoral.

El mar mioceno penetró hasta el pie de las montañas que limitan por el NE. el Campo de Tarragona, invadiendo además los extensos llanos de Valls y de Vendrell. Pero en la época cuaternaria fueron tan copiosas y extensas las masas diluviales arrastradas sobre los bancos ya formados, que éstos quedaron ocultos en su mayor parte, y el terciario asoma, como regla general, en pequeños isleos ó manchitas, ya en colinas de alguna altura sobre el nivel del mar, ya en rieras ó barrancos, donde el cuaternario se depositó en reducido espesor, habiéndole arrastrado las denudaciones posteriores.

MANCHA DE TARRAGONA.—Calizas, en unos sitios compactas, en otros cavernosas, ya bastante puras, ligeramente teñidas de amarillo, en sitios con un ligero matiz rojizo, ya arcillosas ó arcillo-sabulosas; arcillas blanquecinas ó de colores claros, y arenas á veces muy finas, con más frecuencia de grano grueso ó con guijarrillos de cuarzo y de caliza, son las rocas que en esta provincia componen casi del todo esta formación. En ciertos parajes se encuentran algunos conglomerados de cantos pequeños é imperfectamente redondeados,

pasando á brechas en varias localidades. Si bien es regla que los estratos se hallen horizontales ó muy poco inclinados, sin señal de haber sufrido movimientos orogénicos de importancia, puntos hay donde se notan alteraciones locales producidas por los agentes internos.

En Tarragona forma la base del sistema una caliza compacta muy dura con multitud de políperos y briozoos. En sitios es cavernosa y se oculta bajo otras calizas blandas con restos de *Scutelas* (*S. aff. Paulensis*, Ag.) y multitud de moluscos. Sigue á ellas otra caliza compacta con *Clypeaster altus?*, *C. marginatus?* y una ostra de gran tamaño, pero distinta de la *O. crassissima*, terminando el sistema en la misma ciudad con otra caliza compacta, muy dura, alternante con otra amarillenta que tiene riñones de caliza magnesiaca.

Siguiendo desde Tarragona, en dirección al N., la carretera de Pont de Armentera, en el primer quilómetro se marcha entre bancos de calizas con impresiones y moldes de turritelas y bivalvas, fragmentos de clypeaster y algunos cantos y granos de cuarzo; en los quilómetros 2 y 5 se presenta la caliza muy compacta y tenaz, de colores amarillento, rojizo y pardo rosáceo, con abundantes restos fósiles en varios espacios; en el quilómetro 4 cubren á las citadas calizas varias capas de arenas y margas arenosas con ostras, pecten y trozos de clypeaster; entre los 5 y 8 se extiende sobre ellas un manto superior de tierras blanquecinas y amarillentas, también fosilíferas, con granos, guijo y algunos cantos poco redondeados de cuarzo; en el quilómetro 9 á 10 se asocian á esas tierras varias capas de arenas finas, y éstas y aquéllas continúan hasta el 14, á corta distancia del cual se halla Argilaga, concluyendo á otro quilómetro más al O. en dirección á Vallmoll, enmascaradas á trechos por las tierras arcillosas cuaternarias.

Entre Argilaga y la Secuita se extienden esas capas superiores del sistema, compuestas de arcillas sabulosas y de arenas amarillas, que terminan á 500 metros á L. del segundo pueblo por un entrante que en esta mancha hacen las tierras arcillosas rojas diluviales. En-



tre la Secuita y Perafort se hallan las arcillas grasas con lechos de conglomerado fosilífero, compuesto de guijo menudo, bajo las cuales se ofrecen en la segunda mitad del camino varios bancos de calizas sabulosas, fosilíferas, con algún lecho intercalado de arenas. Perafort se halla en parte edificado sobre éstas, que se prolongan á lo largo de la carretera de Valls desde el quilómetro 84 al 87, en el que comienzan hasta Tarragona las calizas rojas y amarillas inferiores, en bancos muy potentes.

A causa de sus repetidas y mutuas intrusioniones no es fácil deslindar el mioceno del cuaternario entre Perafort y Vilabella, cruzando los términos intermedios de la Secuita, Argilaga, Peralta y Renau. Las multiplicadas denudaciones de época reciente que los asurcaron en diversas direcciones, han ido acumulando detritus de ambos terrenos allí donde el cuaternario ofrece poco espesor.

Peralta está edificado sobre las calizas arcillosas amarillas con ostras, superiores á las calizas compactas, que continúan fosilíferas entre Peralta y Argilaga, cerca del cual asoman todavía más inferiores las calizas blancas muy cuarcíferas. Entre Peralta y Renau las capas inclinan de 15 á 20° al N.NE., sobreponiéndose con el orden siguiente:

- 1.—Calizas arcillosas y margas grises y amarillas.
  - 2.—Calizas sabulosas, con lechos formados casi exclusivamente de ostras de grandes dimensiones (*O. crassissima*, Lam.; *O. longirostris*, Lam.)
  - 3.—Areniscas amarillas fosilíferas.
  - 4.—Arenas delezables del mismo color, con ostras, equinodermos y otros fósiles.
- Entre Renau y Vilabella afloran, bajo costras de pudinga de cantos pequeños, arcillas rojas y arenas con granillo de cuarzo y trozos de ostras, y en Vilabella la serie miocena se ofrece, en orden ascendente, con las siguientes capas suavemente inclinadas al SO.:
- 1.—Repetidas alternancias de calizas sabulosas, arenas de grano grueso, calizas arcillosas y calizas compactas fosilíferas.
  - 2.—Calizas compactas con *Clypeaster*, *Encope*, *Scutella*, *Conus*, bi-

valvas y otros fósiles, correspondientes á especies costeras, ó de mares poco profundos.

- 3.—Arenas calíferas.
- 4.—Caliza arcillosa con profusión de ostras de gran tamaño (*O. crassissima*).
- 5.—Caliza tosca ó cavernosa con granos de cuarzo.
- 6.—Arenas amarillas, grises y azuladas á la vez, denotando una formación litoral.
- 7.—Arcillas blanquecinas.
- 8.—Creta blanca pulverulenta, tal vez diluvial.

El espesor total del sistema es aquí de unos 150 metros. Más á L. de Vilabella, la mancha terciaria estrecha rápidamente entre la cuaternaria al O. y la cretácea al E., encajada sobre las márgenes del Gayá hasta terminar en punta aguda al SE. de Brañim y al SO. de Puigtiñós, donde los estratos aparecen en la siguiente disposición:

- 1.—Calizas duras de la base.
- 2.—Faja de 0<sup>m</sup>,70 formada por ostras de gran tamaño.
- 3.—Calizas arenosas amarillentas.
- 4.—Arenas bastas con granos gruesos de cuarzo.
- 5.—Pudingas de cantos pequeños.
- 6.—Areniscas blandas y arenas amarillas.

A lo largo de la vía férrea de Reus, el mioceno ofrece las siguientes variaciones:

En la boca de P. del túnel de Secuita, las capas, ligeramente inclinadas al N., corresponden á los niveles superiores, y constan de estos elementos:

- 1.—Arenas arcillosas amarillas, con granos de cuarzo.
- 2.—Arcillas sabulosas, gris-verdosas, con lechos muy delgados de guijo.
- 3.—Caliza arcillo-sabulosa, con *Ostrea crassissima*, dientes de peces, turritelas y otros restos orgánicos.
- 4.—Arcillas azuladas y amarillentas, muy plásticas, con algunas bivalvas.

Desigual é irregularmente cubren estas capas algunas costras de

tierras arcillo-sabulosas rojas diluviales. Las arenas, las arcillas y las calizas con ostras continúan por los masos de las Planas; y siguiendo las trincheras de la vía en dirección á Catllar, asoman inferiores las calizas duras, fosilíferas y cuarcíferas, ya rojizas, ya amarillas ó con los dos colores á la vez, pasando á lumaquelas en algunos bancos que existen entre Catllar y la Riera.

Desde la estación de este último pueblo, en dirección al E., predominan las arcillas azuladas y las arenas arcillosas inferiores á las calizas con *Ostrea crassissima*, inclinadas entre 20 y 50° al N.; pero á 500 metros de aquélla, pasado un pequeño trastorno stratigráfico, reaparecen las arenas y las calizas sabulosas con buzamiento meridional, asociadas á arcillas, que se extienden en torno de la Poba de Montornés y en el túnel del quilómetro 2. A la salida de éste por el lado de L., las arenas encierran muchos granos de cuarzo, que también abundan en las calizas muy duras fosilíferas del quilómetro 1, en el término de Catllar.

Entre Salomó y Roda, en el quilómetro 75 del ferrocarril de Valls, apoya sobre el triás la base de esta formación, constituida por una brecha de cantos de muy desigual tamaño, color, composición y consistencia, en unos sitios como un aglomerado de cantos angulosos, en otros muy tenaz, con vetillas y oquedades tapizadas de caliza espática. Su espesor varía entre 15 y 20 metros, y sobre ella reposa inmediatamente una caliza cuarcífera, de grano basto y color rojizo, en bancos de desigual espesor á modo de lentejones. A ésta sigue otra caliza gris amarillenta muy compacta, fosilífera, con granillos de cuarzo, superior á la cual hay otras muy blandas que pasan á margas sabulosas. En varios sitios, tales como en el quilómetro 74 de la misma vía, estas calizas parecen influenciadas por emanaciones termales, presentando multitud de grietas, cavidades y geodas tapizadas de costras de caliza espática.

Al O. de Catllar las capas miocenas inclinan suavemente al NE. y sobresalen en los altos niveles las arenas calíferas amarillas y la caliza arcillo-sabulosa.

Siguiendo desde Tarragona la carretera de Barcelona, en los tres

primeros quilómetros se extienden las calizas arcillosas fosilíferas, en los 4 y 5 las brechoides con ostras, en los 6 y 7 las arcillosas deleznales, que también, con las citadas fosilíferas con *Clypeaster*, avanzan hasta la playa en los acantilados de Tamarit. En Altafulla son casi marmóreas en unos bancos, arenosas en otros y, en general, bastante abundantes en restos orgánicos.

Entre Torredembarra y Tarragona señaló el Sr. Carez siete niveles distintos con los respectivos espesores que á continuación se expresan (1):

- 1.—Caliza compacta con políperos = 50 metros.
- 2.—Caliza basta, blanda y amarilla, con operculinas, *Pecten*, *Ostrea*, etc. = 20 metros.
- 3.—Caliza blanda con *Pecten solarium* = 5 metros.
- 4.—Caliza compacta con políperos = 40 metros.
- 5.—Caliza con *Scutella Paulensis* = 12 metros.
- 6.—Caliza con *Clypeaster* = 15 metros.
- 7.—Caliza compacta y caliza blanda con riñones magnesianos = 60 metros.

Las calizas compactas con políperos están ligeramente onduladas en Torredembarra y empiezan á buzar al S. cerca de Altafulla, donde son casi marmóreas y las cubren otras calizas bastas, amarillas y muy blandas que en sus bancos inferiores están casi enteramente formadas por una prodigiosa cantidad de operculinas (*O. complanata*, Bast.) En los bancos que se sobreponen á éstas se hallan *Schizaster Peroni?*, Cott.; *Ostrea digitalina*, Dub.; *Pecten latissimus*, Brochi; *P. Vindascinus*, Font.; *P. scabrellus*, Lam., var. *Bollenensis?*; *Balanus*, etc.

A estos bancos sigue otro con *Pecten solarium*, Lam., vel. *P. gigas*, Schl., cubierto á su vez por otras calizas, también amarillas y blandas, que contienen *Clypeaster marginatus*, Lam.; *Spatangus corsicus*, Desor., y varias especies del género *Pecten*.

Según las observaciones del Sr. Almera (2), en el morro del E. de

(1) *Etude sur les terr. cret. et terc. du N. de l'Espagne*, pág. 254.

(2) *Bol. R. A. de Ciencias de Barcelona*, 1.ª época, vol. I, pág. 354.

Altafulla, llamado del Forti, frente á Tamarit, se suceden, en orden ascendente, los siguientes niveles miocenos:

1.—Caliza sabulosa amarilla con profusión de operculinas y de fragmentos de *Pecten*.

2.—Margas quebradizas con *Pecten subbenedictus*, Font.; *P. subpleuronectes*, Orb.; *Lithothamnium* y *Halitherium* = 2 metros.

3.—Arenisca califera, muy fosilifera, con *Ostrea plicatula*, Gm.; *Pecten Vindascinus*, Font.; *P. Besseri*, Andr.; *P. latissimus*, Broc.; *P. præ-Bollenensis*, Alm. et Bof.; *P. Tarraconensis*, Alm. et Bof.; *P. subambiguus*, Alm. y Bof.; *P. præscabrellus*, Alm. y Bof.; *P. sarmementitius*, Alm. et Bof.; *Spondylus crassicauda*, Lam.; dientes de *Lamna*, etc. = 0<sup>m</sup>,85.

4.—Margas compactas con *Pecten subpleuronectes*, Orb.; *Scutella*, *Clypeaster* = 1<sup>m</sup>,50.

5.—Caliza grumosa con *Pecten Vindascinus*, Font. = 2 metros.

6.—Arenas finas amarillas con briozoos, *Pecten pusio*, Gold.; *P. Gentoni*, Font.; *P. venustus*, Gold.; *P. trachys*, Alm. et Bof.; *P. calathiusculus*, Alm. et Bof., y otras especies pequeñas del mismo género = 2<sup>m</sup>,50.

7.—Arenas finas con nódulos de caliza magnesiana dispuestos en series casi horizontales, con *Anomya ephippium*, L., y con las mismas especies de *Pecten* del nivel anterior = 1<sup>m</sup>,80.

8.—Travertino cuaternario = 0<sup>m</sup>,70.

En las capas 3 á 7 se encuentran, además de las especies citadas, las siguientes: *O. caudata*, Münster; *\*O. digitalina*, Dub.; *O. lamellosa*, Broc.; *Hinnites Defranci*, Mich., var. *Pecten Vindascinus*, Font., var. *minor*, Alm. et Bof.; *P. Besseri*, Andr., var. *convexa*, Alm. et Bof.; *P. Tournali*, Serr.; *Turritella Cathedralis*, Bast.; *T. turris*, Bast., y *T. gradata*.

Adheridos á las conchas de varios de esos moluscos se han hallado *Osthimosa coronopus*, Wood.; *Escharoides monilifera*, M. Edw.; *Retepora Beaniana*, King., y otros briozoos.

En el promontorio de la ermita de Bará, batido por las olas del mar, el Sr. Almera ha reconocido las capas siguientes:

1.—Molasa con vaciados de anélidos grandes, la cual asoma en la base.

2.—Margas arenosas azuladas con *Pecten subpleuronectes*, Orb. = 1 metro.

3.—Arenas amarillas con *Ditrupa* y el mismo *Pecten* = 2 metros.

4.—Caliza grumosa y sabulosa con *Ostrea digitalina*, Dub.; *\*Anomya ephippium*, L.; *Pecten substriatus*, Orb., y *P. subpleuronectes* = 2 metros.

5.—Arcillas margo-sabulosas con varias de las especies acabadas de citar = 2<sup>m</sup>,50.

6.—Caliza grumosa, con las mismas especies citadas = 1<sup>m</sup>,60.

7.—Caliza tosca formada por foraminiferos y fragmentos de conchas y de equinos = 3<sup>m</sup>,50.

Son de un nivel superior á las de Altafulla la capas de este cerro, así como las de molasa cortadas por las trincheras del ferrocarril desde aquí hasta San Vicente. En estas trincheras se hallan las especies anteriores señaladas con un \*, y además las siguientes: *Ostrea plicatula*, Gm.; *O. fallaciosa?*, May.; *Pecten bryozodermis*, Alm. et Bof.; *P. nimius*, Font.; *P. ventilabrum*, Gold.; *P. sarmementitius*, Gold.; *P. lingua-felis*, Alm. et Bof.; *P. triliratus*, Alm. et Bof.; *P. gallo-provincialis*, Math.; *P. Baranensis*, Alm. et Bof.; *P. sub-Leytejanus*, Alm. et Bof.; *P. costisulcatus*, Alm. et Bof.; *P. lepisus*, Gold.; *P. perlævis*, Alm. et Bof.; *Venus Dujardini*, Hörnes; *Schizaster Scillæ*, Desmoul., y *Brissopsis crescentinus*, Wright.

A un nivel más bajo en la vía férrea del litoral, junto á la Sinia y Samá, y en Calafell, se encuentran varias de las especies acabadas de mencionar, y además *Pecten Haueri*, Mich.; *P. Bonifaciensis*, Loc.; *P. Kochii*, Loc.; *P. opercularis*, L.; *P. Suzensis*, Font.; *P. triangularis*, Gold.; *P. submacrotus*, Alm. et Bof.; *P. sub-Escoffieræ*, Alm. et Bof.; *Arca subdiluvii*, Orb.; *Lucina spinifera*, Mont.; *L. Agassizii*, Mich.; *Tellina planata*, L.; *Pyrula condita*, Brong.; *Scalaria lamellosa*, Broch.; *Xenophora cumulaus*, Brong.; *Turritella gradata*, Menk.; especies indeterminadas de *Solen*, *Natica*, *Pleurotoma* y *Cassidaria*, y dientes de *Lamna*.

Además de las especies anteriormente expresadas, hemos recogido en Altafulla, Perafort, Vilabella, Secuita, Pobla de Mafumet, Tarragona, Tamarit y otras localidades de esta misma mancha, las que á continuación se expresan:

*Scutella Vindobonensis*, Laube, en numerosos fragmentos mezclados con otros de una especie de *Amphiope*, tal vez nueva, y con los cuales fácilmente podrían confundirse; *C. ægyptiacus*, Wrigt.; *C. melitensis*, Mich.; *Ostrea gingensis*, Schlot.; *O. callifera*, Lam.; *O. deltoidea*, Lam.; *O. cyathula*, Lam.; *O. flabellata*, Lam.; *O. cymbularis*, Münster; *Pecten cristatus* Bronn.; *P. varius*, Lin.; *P. maximus*, Lin.; *P. burdigalensis*, Lam.; *P. benedictus*, Lam.; *P. aduncus*, Eichw.; *Mytilus edulis*, Lin.; *Pectunculus, glycimeris*, Lin.; *Arca diluvii*, Lin.; *Cardium hians*, Brocchi.; *C. cingulatum*, Gold.; *Lucina borealis*, Lin.; *Venus umbonaria*, Lam.; *V. imbricata*, Sow.; *Cytherea chione*, Lin.; *Tapes Diance*, Requier; *Thracia inflata*, Sow.; *Panopæa Menardi*, Desh.; *Casis mammillaris*, Grat.; *Conus Aldrovandi*, Brocchi; *C. Tarbellianus*, Grat.; *C. antediluvianus*, Brug.; *C. maculosus*, Grat.; *C. Mercati*, Brocchi; *C. cavellensis*, Costa; *Balanus tintinabulum*, Lin., y *Sphærodus lens*, Agass.

ISLEOS DE VILASECA Y DE CASTELLVELL.—Al O. de la mancha principal acabada de reseñar, hemos encontrado otras dos de muy reducidas dimensiones: una al S. de Vilaseca, otra á P. de Castellvell, justificando ambas que por debajo de las masas diluviales del Campo de Tarragona el mioceno yace en espacios mucho mayores que las superficies en que aflora.

Entre uno y dos kilómetros al S. de Vilaseca corta la vía de Valencia una manchita de cuatro á seis kilómetros cuadrados de extensión, constituida en gran parte por una caliza sabulosa, de color amarillento claro, que por su fácil labra, la finura de su grano y su tenacidad en cuanto pierde el agua de cantera, es explotada en grande escala por labores á cielo abierto. Raros son los restos de invertebrados que allí se encuentran; pero, en cambio, suele contener dientes de varios peces placoides, entre otros de estas especies: *Oxyrhina hastalis*, Agass.; *Lamna compressa*, Agass.; *L. Hopei*, Agass.;

*Otodus appendiculatus*, Agass.; *Galeocерdo minor*, Agass.; *Sphærodus lens*, Agass., notables estos últimos por su color anaranjado, lo mismo que los del mioceno de Osnabrück que sirvieron á Agassiz para establecer esta especie. Hallamos también un fragmento de un *ichtyodorulites*, muy afine, si no del todo correspondiente al *Myliobates lateralis*, Agass., del terciario de Inglaterra.

Sobre esa caliza hay, inmediata á la villa, otra arcillosa, amarillenta con manchas rojizas, donde abundan las impresiones de moluscos, principalmente de los géneros *Turritella* y *Cardita*, y en la cual hemos recogido además las siguientes especies: *Mytilus edulis*, Lin.; *Arca diluvii*, Lin.; *Cytherea chione*, Lin.; *Panopæa Menardi*, Desh., y *Turritella imbricata*, Lam.

Al O. de Castellvell, desde las casas más bajas del pueblo hasta el pie del monte Champany, hay una fajita miocena que en pocos sitios alcanza más de un quilómetro de anchura. Inclinan sus bancos entre 20 y 45° al S.SO., y constituye su base un conglomerado en que los cantos de pizarras duras negruzcas están mezclados y flojamente unidos por un cemento calizo-sabuloso, con fragmentos de ostras, clipeaster y otros fósiles. A este conglomerado siguen en orden ascendente los siguientes estratos:

- 1.—Alternación varias veces repetida de conglomerados fosilíferos y calizas sabulosas, ya muy compactas, ya deleznales = 12 metros.
- 2.—Arcillas hojosas calcáricas = 5 metros.
- 3.—Caliza muy compacta fosilífera = 8 metros.
- 4.—Arenas muy impregnadas de carbonato de cal = 7 metros.
- 5.—Caliza fosilífera compacta = 0<sup>m</sup>,60.
- 6.—Calizas sabulosas, amarillentas, muy fosilíferas = 2 metros.
- 7.—Arcillas sabulosas azuladas = 5 metros.
- 8.—Calizas muy arenosas, amarillentas, tránsito á molasa = 3 metros.
- 9.—Arcillas sabulosas azuladas = 2 metros.
- 10.—Arenas arcillosas amarillentas fosilíferas = 5 metros.

Situada esta manchita en el extremo NO. de la formación miocena marina, tanto la inclinación de las capas como su compleja com-

posición responden á una sedimentación del litoral ó costanera. Contienen, entre otras especies, las siguientes: *Clypeaster altus*, Lam.; *Anomya costata*, Broch.; *Ostrea callifera*, Lam.; *Lithodomus lithophagus*, Lin.; *Mytilus edulis*, Lin.; *Thracia inflata*, Sow.; *Turritella rotifera*, Lam., y *Balanus tintinabulum*, Lin.

MANCHITAS DEL VENDRELL.—Á L. y al NE. de la mancha principal de Tarragona son muchas las que asoman entre los mantos de las tierras rojas arcillosas y del travertino cuaternario, denotando el corto espesor de este último. Varios de esos asomos apenas alcanzan una hectárea de extensión, y vamos á enumerar rápidamente los que hemos encontrado.

Desgarrada en varios sentidos una costra de travertino brechoide sobre que está en parte edificado Creixell, asoma el mioceno en espacios irregulares, á corta distancia de los cuales hay una mancha en la torre y ermita de Bará, cuyos bancos avanzan hasta el mar en el acantilado de las puntas de Langri y de la Palomera, ligeramente tendidos al S., con un espesor total de unos 20 metros. A trechos los cubre el travertino compacto, y constan de estos miembros, en orden ascendente:

- 1.—Calizas compactas con especies de *Clypeaster*.
- 2.—Arcillas con conchas de *Pecten*.
- 3.—Calizas blandas fosilíferas con *Pecten*, ostras, briozoarios y *Schizaster*.
- 4.—Arcillas y margas grises.
- 5.—Margas arenosas con *Pecten*, ostras, etc.
- 6.—Caliza con guijarros, amarillenta fosilífera.

Todavía más al E., inmediata á la costa, en el sitio nombrado Comarrogas, asoma otra manchita mucho más pequeña, compuesta de calizas arenosas y arcillas idénticas á las de Bará.

Hacia el empalme de las dos vías férreas, entre dos y tres kilómetros al SE. de San Vicens de Calders ó al SO. de Vendrell, aparece otra manchita de calizas arcillosas deleznable, cuyos bancos se prolongan al O. por las atalayas y al S. en dirección á la Torre de Bará.

En resumen: entre Torredembarra y Vendrell se extienden estos cuatro niveles miocenos, que el Sr. Carez supone más modernos que los de Tarragona:

- 1.—Caliza con *Schizaster Scillæ* = 20 metros.
- 2.—Masa de pudinga con *Balanus* y *Pecten* = 15 metros.
- 3.—Arenas y arenisca con *Pecten* = 5 metros.
- 4.—Caliza amarilla y margas azules con *Ditrupea* y *Pecten* = 50 metros.

En las calizas bastas amarillas de las trincheras del ferrocarril al S. de Vendrell abundan los equinos (*Schizaster Scillæ*, Desmoul.; *Brissopsis crescentinus*, Wright, etc.) acompañados de *Balanus Ditrupea*, *Ostrea plicatula*, Gmel.; *O. fallaciosa?*, May.; *Pecten cristatus*, Bronn.; *P.* del grupo *P. benedictus*, etc.

Otro desmonte del ferrocarril más inmediato á Torre, descubre, en un largo de 400 metros, una masa de pudinga deleznable de guijo menudo cuarzoso y calizo. Algunos de esos cantos se hallan cubiertos de balanos, ó perforados por moluscos litófagos, y están rodeados por una arena blanca y fina, la cual contiene varios de los moluscos citados, *Pecten Malvinæ*, Dub.; *Anomia*, *Hinnites*, etc.

Esta playa miocena, que sólo dista 50 metros de la orilla actual, pudiera confundirse á primera vista con formaciones recientes del litoral, si las especies citadas no acreditaran su mayor antigüedad.

A medio kilómetro más al S. reaparece la arena blanca, que pasa á arenisca muy deleznable, conteniendo las mismas especies; y un kilómetro más adelante, en el lugar de Torre, hay un islote de caliza basta amarilla que mide 50 metros de grueso, en la cual se intercalan algunos lechos de margas azules, encontrándose en ella *Ostrea digitalina*, Dub.; *Pecten cristatus*, Bronn.; *P. Camaretensis*, Font.; *Venus*, y una especie de *Ditrupea* muy abundante.

La colina en que está edificado San Vicens de Calders es otra manchita miocena de un kilómetro de largo por 500 metros de ancho, cuyas capas inclinan 20° al SO., y constan en la base de calizas duras, de arenas amarillas con lechos interpuestos de arcillas en la parte media y de calizas arcillo-sabulosas muy blandas, con guija-

rrillos de cuarzo y algunos cantos rodados de calizas cretáceas y triásicas. Todos los bancos son fosilíferos y abundan, sobre todas, varias especies de los géneros *Pecten*, *Ostrea* y *Turritella*.

Al pie meridional de la sierra Papioca, á 500 metros á L. de Mas Borrás, y á un quilómetro al O. de San Vicens, asoma otra manchita de 400 metros de largo, 200 de ancho y 50 de espesor, la cual se relaciona con otra que hay á un quilómetro al N. del mismo San Vicens, y queda cortada con pocos metros de anchura antes del camino de Bonastre, y con otra fajita 50 metros más alta que los llanos que la rodean, situada entre San Vicens y Vendrell.

Entre los quilómetros 25 y 26 de la carretera de esta villa á Valls se cruza otra que, avanzando por P. hasta Albiñana, tiene dos quilómetros de anchura, y se compone de arenas, arcillas arenosas amarillas, arenas con guijo y una brecha cuarzo-caliza fosilífera.

Asoma entre el cuaternario de La Bisbal otra manchita que no llega á un quilómetro de ancho, y se compone en las casas del N. del pueblo de arcillas gris-verdosas y calizas blanquecinas cavernosas muy fosilíferas, sobre las cuales, con 15 metros de espesor, se encuentran las arenas verdosas y un lecho de ostras conglutinadas de 25 centímetros. Termina la serie con arenas de grano grueso y un lecho de guijarros en un espesor de seis metros. Las mismas capas reaparecen en otra manchita á corta distancia al O. de Torregrasa, y entre este pueblo y San Jaime hay también otra de idénticos caracteres.

Entre Santa Olivá y Saullorens, ó sea entre el 5.º y 6.º quilómetros de la carretera que les une, los desmontes pusieron de manifiesto bajo el travertino cuaternario un banco de arenas amarillas de dos metros de espesor, sobre las que, con otro de dos metros, alternan arenas blanquecinas y arcillas hojosas de colores claros. Algunos lechos de 10 á 15 centímetros de arena se hacen de grano basto con guijo de cuarzo. Más al NO., junto á la quinta de Sabartes, se presentan las arcillas arenosas, las arenas calíferas y las calizas amarillas fosilíferas, también con guijarrillos cuarzosos. En el desmonte de la carretera junto á Saullorens abundan estos últimos entre las

arenas amarillas, que están blanqueadas irregularmente en algunos puntos por el carbonato de cal.

Reaparecen los mismos bancos más al NE. en otra manchita que hay al pie de Bañeras, donde el mioceno consta de abajo arriba de las siguientes hiladas:

- 1.—Arenas con lechos irregulares de arenisca = 2<sup>m</sup>,50.
- 2.—Arcillas rojas sabulosas = 0<sup>m</sup>,40.
- 3.—Arenas de grano grueso con guijo = 0<sup>m</sup>,70.
- 4.—Arcillas rojizas = 0<sup>m</sup>,80.
- 5.—Arenas de grano muy grueso con guijo y fragmentos de conchas = 1 metro.
- 6.—Caliza sabulosa con granos de guijo = 0<sup>m</sup>,50.
- 7.—Tierras pedregosas del cuaternario.

Además de las especies citadas, en las manchitas del Vendrell se encuentran las siguientes:

*Scutella Vindobonensis*, Laube; *Eschara monilifera*, Mich.; *Ostrea callifera*, Lam.; *O. princeps*, Woight; *O. cyathula*, Lam.; *O. flabellula*, Lam.; *Pecten pusio*, Pennant; *P. opercularis*, Lin.; *P. maximus*, Lin.; *P. benedictus*, Lam.; *Mytilus edulis*, Lin.; *Lucina borealis*, Lin.; *Thracia inflata*, Sow.; *Panopæa Menardi*, Desh.; *Pyrula rusticula*, Bast.; *Conus cacellensis*, Costa; *C. Mercati*, Brocchi; *Turritella imbricata*, Lam.; *T. cathedralis*, Brong.; *Spherodus lens*, Agass., y *Lamna Hopei*, Agass.

MANCHA DE ARBÓS.—En el extremo oriental de la provincia penetra la mancha del Panadés (Barcelona), que en muchos sitios de los confines de Barcelona se halla oculta por extensas costras de travertino ó mantos irregulares de tierras rojas arcillosas del cuaternario.

A lo largo de la carretera de Barcelona, un quilómetro antes de llegar á Arbós, comienza por arenas amarillas, á trechos más duras ó más blandas dentro del mismo banco; y siguiendo la riera de Arbós por bajo de Papiol, asoman inferiores unas arcillas azuladas y amarillentas con trozos de conchas, que á su vez descansan sobre pudingas formadas por la aglomeración irregular de cantos redon-

dos y guijo con trozos de fósiles. En la base del sistema se descubre la caliza sabulosa con algunos lechos interpuestos, formados casi exclusivamente de la *Ostrea gingensis*, Schlot. Todas las capas inclinan ligeramente al NE.; continúan hasta la mitad del camino de Castellet, y en torno de este último pueblo se extienden las calizas blandas fosilíferas inclinadas 20° al N. 17° O.

A la salida de Arbós para Clariana continúan las arenas amarillas en los primeros 500 á 600 metros; las cubre en otro tanto de anchura una fajita del travertino de las masas diluviales de Gusal y Bellvey, y entra de lleno la mancha que vamos describiendo, representada en Clariana por una lumaquela blanca como la nieve. Se hace cavernosa por la extraordinaria acumulación de fragmentos de conchas, y se asocia con ella una brecha formada de granos y trozos de caliza de diversos colores.

Los mismos bancos prosiguen hasta cerca de Mompés, á 500 metros al N. de cuyo barrio, siguiendo el camino de Bellvey, pasa la línea de contacto con el cretáceo, hallándose representado el terciario por arenas amarillas, ocultas á trechos por el travertino, siguiendo después hasta Bellvey las calizas cavernosas, blanquecinas y amarillentas, fosilíferas.

A poco más de un quilómetro de Vendrell, siguiendo la carretera de Calafell, asoman entre el cuaternario las calizas blanquecinas y rojizas marmóreas, con vetas espáticas y profusión de moldes é impresiones de los géneros *Ostrea* y *Pecten*. Sobre ellas, en lo alto de la Font, yacen las arcillosas deleznales y una capa de 2<sup>m</sup>,50 de espesor de arcillas plásticas, azuladas y verdosas, cubiertas á su vez por otras calizas arcillosas amarillas y margas con trozos de *Encope*, *Pecten*, ostras, briozoarios y otros fósiles. Las capas están horizontales y se marcan en un islote avanzado al SO. Entre Vendrell y Calafell se interponen cuatro filas de montes redondos, y las dos últimas están constituidas por las calizas blanquecinas y amarillentas, muy compactas, que se hallan en Castellet y Clariana á corta distancia de la mancha cretácea inmediata. Entre ésta y el cuaternario forma el mioceno un cabo saliente, representado en Calafell por are-

nas amarillas con equinodermos y ostras, adheridos á los cuales se encuentran, entre otros briozoos, los *Membranipora reticulum*, L. sp.; *M. irregularis*, Orb.; *Microporella Malusii*, And., y *Smithia (Mucronella) variolosa*, John.

#### MIOCENO LACUSTRE

MANCHITA DE PINELL.—Con una longitud de 20 quilómetros próximamente y un ancho que varía entre dos y cinco, arrumbada al NO., existe una manchita miocena desde corta distancia al O. de Prat de Compte hasta Mora de Ebro. A L. la oculta y termina la mancha cuaternaria de esta última población; avanza al SE. hasta Miravet, desde donde la limita por el S. la triásica de Benifallet, así como al O. el liásico de los puertos de Beceite, y al N. el triás, que cruza el Ebro entre Mora y García. Siguiendo la carretera de Pinel es donde mejor se observa la disposición general de sus estratos, que inclinan 70° al SE. y se suceden con este orden:

- 1.° Margas y arcillas abigarradas, de colores rojizo, gris azulado y morado principalmente.
- 2.° Calizas muy compactas blanquecinas.
- 3.° Margas amarillentas y blanquecinas, con lechos de arcilla plástica.
- 4.° Conglomerados que se tienden rápidamente á cinco quilómetros al S. de Pinel: son de cantos muy desiguales, toscamente rodados é imperfectamente cimentados.

Bajando de San Geroni á Mora de Ebro, se cruza esta manchita entre cuatro y un quilómetro de distancia á la villa, encontrándose las mismas rocas acabadas de mencionar.

La carretera de Gandesa á Tortosa cruza esta mancha por el extremo occidental desde el quilómetro 8 hasta el 13, acomodada sobre los conglomerados en más de sus tres cuartas partes. En el quilómetro 15 asoman, entre ellos, algunos bancos de brechas, y entre el 16 y el 18 la vía se ajusta casi enteramente á la dirección

de los estratos, que inclinan de 50 á 60° al SE. Calizas, margas y arcillas alternantes son las rocas que se extienden en esos dos últimos quilómetros, y por esta parte no deja de tener alguna semejanza esta mancha con las señaladas como oligocenas en otras provincias; pero la falta de datos paleontológicos, aparte de su aislamiento, nos obliga á incluirla toda, siquiera sea provisionalmente, en el mioceno.

### Castellón.

Poca extensión ofrece el terciario en esta provincia, en la cual Vilanova sólo señaló dos manchitas <sup>(1)</sup>: una, en la balsa de Fansara, entre Onda y Villahermosa, y otra, en el alto valle limitado al SE. por la sierra de Emborró, y al NO. y N. por los cerros de las Cuevas de Vinromá. En ambas está representado el mioceno lacustre por unas margas yesíferas alternantes con calizas, arcillas y algún banco de arenisca. Las capas inclinan de 10 á 12° al NE. discordantes sobre las cretáceas, que también yacen poco inclinadas, á juzgar por un corte demasiado sencillo que trazó dicho geólogo, quien halló algunas hojas fósiles de plantas dicotiledóneas en las areniscas que asoman entre Emborró y Las Cuevas; un *Helix* (*H. Dufresnoyi?*, Mat.); un *Lymnæa* (*L. palustris?*, Grat.); un *Planorbis* (*P. corneus?*, Lin.), y un *Cyclostoma* (*C. Draparnaudi?*, Math.), en la partida de San Miguel del término de Alcalá, y otro *Planorbis* (*P. rotundatus?*, Brong.), en la citada balsa de Fansara.

Duda Vilanova que correspondan al terciario las brechas calizas que encontró Verneuil en Alcalá y Oropesa, y se inclina á creer, y así debe ser, que más bien terciarias, como las juzgó Botella, son cuaternarias las llanuras de la parte baja de la provincia.

(1) *Mem. geognóstico-agrícola sobre la provincia de Castellón. Memoria de la R. Acad. de Ciencias, tomo IV, pág. 647.*

### Baleares.

No se han descubierto en Baleares formaciones miocenas de origen lacustre, y todos los bancos correspondientes á este sistema se han depositado en el fondo del Mediterráneo.

Hace mucho tiempo Armstrong figuró algunos fósiles miocenos de Menorca; Marmora señaló los depósitos calcáreos de Muro (mioceno medio) y las capas con grandes ostras (*O. crassissima*); pero á Haime se deben las primeras indicaciones exactas acerca del mioceno. «La formación miocena, dice este autor, parece estar representada en Mallorca en muchas cuenquecitas aisladas. Las principales localidades en que se ha señalado son Randa y Muro; y en este último punto abunda el *Echinanthus gibbosus*, especie muy común en Córcega, cerca de Bonifacio y en Santa Manza. La Marmora ha recogido en la vertiente NO. de Belver la *Ostrea longirostris*, Lam. <sup>(1)</sup>, la cual es, como se sabe, propia de la formación terciaria media. En las margas grises de Deyá, que el mismo autor duda si colocar en el secundario, yo he hallado una especie del mismo género, la *Ostrea crassissima*, que pertenece también al mismo tramo. En fin, he visto en la colección del Sr. Conrado un crustáceo que, á juzgar por la naturaleza de la roca que lo encierra, debe proceder de las mismas margas: es un *Cyphoplax impressa*, citado por Desmarest como fósil del Monte Mario, cerca de Roma.»

Bouvy describió en pocas palabras los depósitos miocenos que figuró en su mapa en los alrededores de Muro, donde, según él, los fósiles predominantes son *Ostrea crassissima*, *O. longirostris* y *Clypeaster umbrella*.

Al Sr. Vidal se deben datos muy interesantes acerca del terciario de Mallorca <sup>(2)</sup>, y también al mismo, con el Sr. Molina, otros de

(1) Aquí hay un error de determinación, pues Marmora y Haime quisieron citar la *O. crassissima*, muy abundante en Belver.

(2) *Bol. Mapa geol. de España, tomo VI, pág. 4.*



Ibiza (1) que más adelante se trasladan. Por fin, Hermitte, con sus *Etudes géologiques des îles Balears*, completó de una manera satisfactoria el conocimiento de la composición petrológica de este Archipiélago.

El mioceno empieza en Baleares por su tramo medio, faltando el inferior, y el espesor total de los depósitos que le corresponden puede estimarse en 200 metros. El mioceno medio presenta dos divisiones: la inferior (70 metros), formada por calizas con *clipeasters*, contiene la misma fauna que las correspondientes de Argelia, Cerdeña y Córcega, ofreciéndose á veces en la base unos bancos de guijo; y la superior, menos importante (40 metros), la constituyen las capas con *Ostrea crassissima* y algunos ceritos pequeños.

El mioceno superior (90 metros) comienza por las capas con *Cerithium pictum*, íntimamente unidas á las superiores del mioceno medio, y termina en las inmediaciones de Palma por las calizas de Belver con *Tellina lacunosa* (50 metros) pero existe un tercer nivel, que asimismo debe referirse al mioceno superior, formado por las calizas de Santany. Estas capas contienen restos de especies vivientes y de otras extinguidas que pertenecen á una edad más antigua que la pliocena; mas por su fauna son más recientes que las calizas de Belver.

Cerca de Son Crespi hay unos bancos calizos con *Cardium* y *Melanopsis*, de formas semejantes á las que se hallan en los depósitos aralo-cáspicos.

El mioceno medio yace discordante sobre los terrenos antiguos en unos sitios, sobre los secundarios en otros, y en algún paraje sobre el eoceno, lo cual demuestra su independencia. En Mallorca se halla más completo que en Menorca, y allí presentaba dos subdivisiones: una inferior, que corresponde á la caliza con *Clypeaster*, y otra superior, que representa las capas con *Ostrea crassissima*, y sobre la cual se extiende el mioceno superior, caracterizado por su abundancia de ceritos pequeños, análogos á los que caracterizan las capas de igual edad en la cuenca de Viena y en Hungría.

(1) Bol. Mapa geol. de España, tomo VII, pág. 88.

### Mallorca.

ALREDEDORES DE MURO.—Hace mucho tiempo que se explotan en Muro unas calizas que suministran excelente piedra de construcción, y que pertenecen á la parte inferior del mioceno medio, es decir, equivalentes á las calizas con *clipeasters* de Argelia, Córcega, etc.

El camino que va de La Puebla á Muro cruza una colina cubierta de malezas y peñascos, constituida por la zona inferior de este tramo; y antes de llegar á la población, se encuentran sus canteras de unos 10 metros de altura, abiertas en unas calizas blandas, blancas ó accidentalmente teñidas por óxido de hierro, en unos sitios compactas, en otros acerbilladas de oquedades ocupadas antes por fósiles que han desaparecido. Es raro que sus caras de estratificación se hagan perceptibles, y por lo regular presentan el aspecto de una sola masa, cuya porción superior está formada por unas calizas más duras, en ocasiones semi-cristalinas, con muchas impresiones de turritelas (*Protocathedralis*, etc.) y otros fósiles.

Entre Muro y Son Fitters asoman iguales calizas, cuyas capas continúan hasta Son Claret.

En muchos puntos de los alrededores de Muro, el mioceno medio empieza por unas calizas que desarrollan al golpearlas el olor particular que por igual medio da la piedra de chispas (*piedra viva*). Esos bancos, que son muy duros, descansan sobre las margas grises del eoceno lacustre, y un corte trazado por bajo de los molinos de viento de dicha villa daría, empezando por abajo:

- 1.—Margas calcáreas amarillas eocenas = 10 metros.
- 2.—Caliza compacta, muy dura = 2 metros.
- 3.—Caliza gris amarillenta, con manchas ferruginosas, semejante á la de Muro = 6 metros.

Si se baja de Muro por el camino de Inca, vuelve á aparecer la misma serie de bancos, así como en las cercanías de Son Porrera, de Llubi y de Vinagrella; pero donde principalmente suministran

fósiles es en las últimas capas de las canteras situadas al S. de Muro, de las cuales se han recogido, entre otras, las siguientes especies: *Clypeaster portentosus*, Desm.; *C. imperialis*, Mich.; *Cardium turo-nicum*, May.; *Lucina Leonina*, Bast.; *L. columbella*, Lam.; *Tapes ve-tula*, Bast.; *Tellina lacunosa*, Chem.; *Panopæa Menardi*, Desh.; *Mu-rex Brandaris*, Lin., var.; *Ancyllaria glandiformis*, Lam.; *Pyrrula condita*, Brong.; *P. rusticula*, Bast.; *Turritella (Proto) lævigata*, Desh.; *Lamna contortidens*, Ag.; *Oxyrhina hastalis*, Ag., y otras mu-chas, indeterminadas todavía, de los géneros *Ostrea*, *Spondylus*, *Anatina*, *Venus*, *Trochus*, *Balanus*, etc. A estas especies agregó posteriormente el Sr. Bofill las siguientes (1): *Clypeaster altus*, Klein (más bien que el *C. gibbosus* citado por Haime y Bouvy); *Ostrea gingensis*, Schl.; *Pecten* cf. *Burdigalensis*, Lam.; *Pectunculus pilosus*, L.; *Lithodomus lithophagus*, L.; *Cardium discrepans*, Bast.; *C. Da-nubianum*, May.; *C. edule*, L.; *Lucina miocenica*, Mich.; *Cardita* cf. *Partschii*, Gold.; *Venus umbonaria*, Lam., var. *balearica*, Bof.; *Cy-theræa pedemontana*, Ag., con una var. *maxima*, Bof.; *Tellina ven-tricosa*, Serr.; *T. planata*, L.; *Psammobia uniradiata*, Broc.; *Clava-gella cristata*, Lam.; *Strombus Bonelli*, Brong.; *Triton nodiferus?*, Lam.; *Cassis mammillaris*, Grat.; *C. saburon*, Lam.; *Cassidaria echinophora*, Lam., var. *tyrrhena*; *Pyrrula cornuta*, Ag.; *Conus Mer-cati*, Broc.; *C. Aldrovandi?*, Broc.; *C. Tarbellianus*, Grat.; *C. ven-tricosus*, Bronn., var. *minor*, Bof.; *C. maculosus*, Grat.; *Natica Jo-sephina*, Riss.; *Turritella cathedralis*, Bronn.; *T. gradata*, Menke; *Xenophora Peroni?*, Loc.; *Trochus patulus*, Broc.; *Capulus sulcosus*, Broc.; *Dentalium Bouei*, Desh.; *Haminea navicula*, Costa, var. *globosa*, Jeff.; dientes de *Carcharodon megalodon*, Ag.; *Oxyrhina*, *Lamna*, *Prionodon?*, y escamas en forma de cuentas de rosario, comprimidas, de peces placoides.

Las calizas silíceas muy duras, que se hallan en la base de las

(1) *Indicaciones sobre algunos fósiles de la caliza basta blanca de Muro. Bol. de la R. Acad. de Ciencias y Artes de Barcelona, tercera época, vol. I, pág. 394.*

capas con clipeasters, al SE. de Santa Margarita, constituyen la cumbre de una colina, descansando también sobre las margas lacustres. En este territorio han sido muy abundantes las emanaciones silíceas, puesto que se hallan grandes riñones de sílex diseminados entre aquéllas.

Siguiendo la costa, entre Alcudia y el cabo del Pinar, hay por bajo de la batería un conglomerado de clipeasters, tan comprimidos que deben haber sufrido unas presiones enormes, y con ellos se asocian varias ostras (*O. crassissima*, *O. lamellosa* y *O. Velaini*).

ALREDEDORES DE SANTA EUGENIA.—Las ostras, que tanto abundan en la planicie de Costix, se encuentran al S. de Binisalem, por bajo de los molinos de viento, en una caliza margosa blanquecina, cuyas capas se extienden hasta la Plaza de la Constitución, cerca de la iglesia de Santa Eugenia; y sobre ellas descansan otras calizas grumosas, á trechos desagregables, compactas en otras porciones, grises y amarillentas. En el mismo Santa Eugenia estas hiladas son poco fosilíferas; pero en una colina, situada al O. de la población, pueden recogerse muchos ejemplares de *Spatangus corsicus*, Desor.; *Ostrea digitalina*, Dub., var. *O. gingensis*, Schl.; *Pecten præscabriusculus*, Font.; *Psammobia Labordei*, Baster.; *Cardium* y *Cardita* indet.

Las lomas que se extienden entre Santa Eugenia y San Marcial están también formadas por hiladas miocenas.

INMEDIACIONES DE DEYÁ.—Cerca del mar, entre Bañalbufar y Deyá, yacen sobre el lias unas margas con restos de *Corbula* y *Pecten*, que La Marmora sospechó si podían ser terciarias más bien que del secundario. Margas amarillentas y azuladas, parecidas á ellas, han sido examinadas por Hermitte, entre Valdemosa y Deyá, en la casa de Torre y en el palacio de Miramar, donde se sobreponen á unas calizas azules en la fractura fresca, amarillas al exterior, algo fétidas y fosilíferas, que contienen vestigios de carbón, buzan al O. y miden 15 metros de espesor.

En el mismo Deyá y sus cercanías, estas capas terciarias asoman con el orden siguiente: en la base, calizas margosas blanquecinas ó grises, con algunas margas y conglomerados, las cuales con-

tienen: *Clypeaster* af. *crassicostratus*, Ag.; *Jouannettia Tournoueri*, Locard.; *Lithodomus lithophagus*, Lin. (var.), y especies indet. de *Mytilus* y *Ostrea*; y en la parte superior, calizas margosas grisáceas, con muchos restos de varias especies, entre ellas *Venus Islandicoides*, Lamk.; *Cytherea Dujardini*, Horn.; *Cyprina*, *Venus*, *Corbula* (muy numerosas), *Natica*, *Conus*, *Pleurotoma*, etc. Haime citó en Deyá la *Ostrea crassissima*.

La base de la colina de Randa, que alcanza la altitud de 672 metros, está formada por calizas numulíticas muy levantadas, que sirven de base, en discordancia de estratificación, á una faja miocena de 200 metros de grueso; pero la falta de fósiles impide establecer las relaciones de sus diferentes hiladas. En la parte media de esa faja yacen unas capas silíceas refractarias que se emplean en la construcción de hornos; y por la vertiente meridional de la misma, con un espesor de 54 metros, se ven en la base margas blancas en alternación con calizas, y después otras calizas semejantes á las de Randa, que se prolongan hasta los molinos situados al E. de Montuiri, donde se observan derrubios de lignito y guijas de diverso grosor de arenisca verde con pajuelas de mica, cuyos materiales proceden del eoceno lacustre. Las mismas capas continúan con diversos cambios de inclinación, hasta el cerro de San Miguel, en el cual se apoyan contra las calizas numulíticas y el neocomiense, con la circunstancia de que en ese paraje terminan por la parte superior en unas calizas gris-amarillentas semejantes á las que en Belver contienen la *Ostrea crassissima*.

La escasez de restos orgánicos en el cerro de Randa y la dificultad de distinguir litológicamente las margas inferiores del mioceno medio de las eocenas, hacen que sea muy difícil el estudio del terciario de Mallorca, porque en los puntos donde falta la superposición directa de los diversos términos, sólo pueden servir de guía los caracteres petrográficos, y éstos dan indicaciones muy vagas. Sin embargo, como en San Marcial, cerca de Marratxí, las margas blancas presentan en la parte superior capas con *Ostrea crassissima*, por lo menos cierta porción de las hiladas deben comprenderse en el mioceno medio.

Las principales localidades en que se presentan dificultades análogas á las de Randa son las inmediaciones de la alquería de Sineu, los desmontes de la estación de la Bomba, las colinas que se extienden al N. y al S. de este pueblo, las cercanías de Alcudia, las de Campanet, Pollensa, Manacor y Montuiri.

Tampoco ha sido posible precisar el nivel del sistema á que pertenecen diferentes hiladas miocenas de los términos de Costix, Son Bordils, Sausellas, Cas Canar, Villafranca, Petra, entre Porreras y Montuiri, etc.

En las cercanías de Costix y Son Bordils, el mioceno se compone en la base de una pudinga de guijo menudo, á la que siguen unas calizas con *Cytherea pedemontana*, Ag.; *Perna Soldani*, Desh.; *Venus umbonaria*, *Clypeaster* indet., etc.

Sausellas está edificada sobre un potente banco, casi horizontal, de caliza tosca, deleznable y amarilla clara; y á dos kilómetros de allí, en dirección á Costix, asoma otra de color anteaado, cavernosa y espática, llena de moldes de *Conus*, *Turritella*, *Cardium*, *Tellina* y otros moluscos, cuyas conchas dejaron en la roca innumerables cavidades, á pesar de lo cual tiene esta mucha resistencia á la presión, y es de sonido metálico al golpearla con el martillo. Contiene también, lo mismo que en Son Bordils, el *Clypeaster umbrella*, Ag.

La misma caliza tosca de Sausellas se reconoce en Biniali, y entre este pueblo y Algaida abundan unos riñones aplanados de pedernal que en su interior contienen sílice blanca pulverulenta.

Una caliza arcillo-sabulosa de Villafranca contiene muchas impresiones de moluscos y algunas jarillas vegetales, y entre Porreras y Montuiri asoman diferentes capas de margas y de calizas con cantos pequeños y trozos rodados de ostras grandes y otras bivalvas.

CERCANÍAS DE PETRA Y MARÍA.—A la entrada de Petra afloran unas calizas grises, muy silíceas, con riñones de pedernal pardo, que deben pertenecer al mioceno medio; pero el nivel de las especies de *Clypeaster* debe faltar en esta comarca, según opina Hermitte, quien observó muchas discordancias estratigráficas entre este sistema y los terrenos más antiguos.

Cerca de Petra, en la colina de Ariañy, yacen sensiblemente horizontales las calizas amarillas, sabulosas, acompañadas de margas y conglomerados; y hacia la parte media de estas hiladas aparece un banco de  $0^m,80$  á un metro de espesor lleno de *Ostrea crassissima*, que abunda especialmente en Son Suriana.

En este territorio se ven muchos ejemplos de discordancia de estratificación entre las hiladas miocenas y las de terrenos más antiguos. El estudio estratigráfico de estos diferentes puntos induce á pensar que falta aquí el horizonte de los clipeasters.

Capas análogas se hallan asimismo en la parte baja del valle, entre Petra y Maria, y en la bajada á esta desde la colina de Ariañy.

Desde un paraje á 500 metros de Maria hasta las cercanías de Colomer, se marcha sobre calizas de grano fino, con mucha frecuencia amarillas, á veces rojas y de estratificación horizontal, que se parecen mucho á las de las inmediaciones de Lluch-Mayor, que son del mioceno superior.

El corte de Maria á Ariañy, representado en la figura 78, mues-

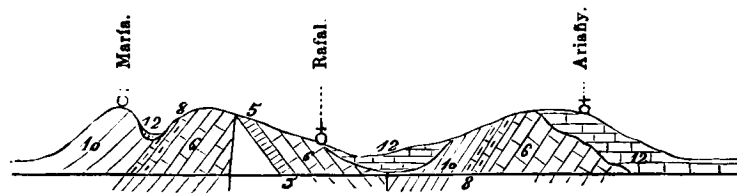


Fig. 78. — Corte de María á Ariañy, según Hermitte.

tra los principales movimientos acaecidos en el suelo con anterioridad al depósito mioceno, 12, cuyas hiladas permanecen horizontales.

Desde María, donde las capas se hallan muy levantadas, hasta Rafal, se pasa sucesivamente sobre calizas numulíticas, 10, sobre las neocomienses, 8, y después sobre las jurásicas, 6; y á mitad de camino, una falla hace que las hiladas liásicas, 5, y las que siguen, inclinen en sentido opuesto. Pasado Rafal, se hallan las calizas miocenas horizontales. La cuenquecita en que estas se depositaron es el

resultado de una falla que puso en contacto las capas jurásicas y las numulíticas, las cuales afectan una forma de V. Seguramente que el mar mioceno ensanchó esa cuenquecita; pero su origen primero fué debido á la disposición particular en que las hiladas se encuentran. Continuando hacia el SE. reaparecen las numulíticas y neocomienses, llegándose otra vez á las horizontales del mioceno medio, que deben descansar sobre las jurásicas de Ariañy.

INMEDIACIONES DE PALMA.—A dos quilómetros al O. de Palma, en la colina de Belver, se presenta bien desarrollado el horizonte de la *Ostrea crassissima*, observándose más claramente en la subida por el torrente del Mal Pas, debajo de la Bona Nova, donde los estratos, inclinados  $7^{\circ}$  al O., se suceden con el orden siguiente:

- 1.—Caliza dura, compacta en su parte inferior, de color gris amarillento, sin fósiles = 12 metros.
- 2.—Caliza desagregable, con *Ostrea crassissima* = 4 metro.
- 3.—Caliza semejante á la del núm. 1 = 6 metros.
- 4.—Caliza sabulosa, desagregable, amarilla = 2 metros.
- 5.—Caliza cuajada de ostras (*O. crassissima*) = 2 metros.
- 6.—Caliza semejante á la del núm. 1 = 5 metros.
- 7.—Conglomerado de elementos gruesos = 3 metros.
- 8.—Caliza amarilla, que en su parte superior contiene todavía algunos ejemplares de *Ostrea crassissima*, y hacia el medio un lecho de guijas de  $0^m,10$  de espesor = 5 metros.
- 9.—Caliza sabulosa, amarilla = 5 metros.
- 10.—Caliza sabulosa con muchas ostras (*O. crassissima*) =  $0^m,50$ .
- 11.—Caliza amarilla, tierna = 15 metros.
- 12.—Lecho de *Ostrea crassissima* con otro muy delgado de pudin-ga menuda =  $0^m,10$ .
- 13.—Caliza amarilla, tierna = 4 metros.
- 14.—Lecho de conglomerado de cantos menudos =  $0^m,10$ .
- 15.—Caliza idéntica á la del núm. 11 = 2 metros.
- 16.—Caliza amarilla, bastante friable, con guijas = 5 metros.
- 17.—Caliza sabulosa, amarilla, bastante tierna = 4 metros.
- 18.—Caliza muy compacta = 2 metros.

19.—Caliza muy silicea, con impresiones de gasterópodos = 5 metros.

20.—Caliza amarilla, bastante tierna = 8 metros.

Se ve, pues, que en ese corte las hiladas del nivel de la *Ostrea crassissima* miden unos 40 metros de espesor; especie que falta á partir del banco núm. 15, con el cual comienza el mioceno superior, que allí mide unos 50 metros de espesor.

También la escarpa de Furnaris, más allá del puerto Pi, muestra calizas con *Ostrea crassissima*, y á partir del borde del mar presenta la siguiente serie ascendente de capas inclinadas al S.:

1.—Caliza gris = 10 metros.

2.—Margas calíferas y guijas = 5 metros.

3.—Conglomerados y calizas con muchas especies de un género vecino del *Astræa* = 1 metro.

4.—Conglomerado = 6 metros.

5.—Caliza gris con *Ostrea crassissima*, que se prolonga al cerro de San Marcial, al NE. de Palma = 15 metros.

La base de la colina del lado de Marratxi está compuesta de margas blancas, que se ven en unos 10 metros de espesor, sobre las cuales yacen con seis metros de grueso unas calizas blancas, amarillentas ó rosáceas con *Ostrea crassissima* y muchas impresiones de otros fósiles.

Los trozos que de estas calizas se extraen en la apertura de los pozos en la población, contienen moldes de *Cardium edule*, Lin.; *Venus*, *Tellina*, *Donax*, *Conus*, etc., y sus hiladas, que inclinan suavemente hacia el NO., pueden seguirse sin interrupción hasta la estación de Marratxi. Bouvy las consideró equivocadamente como cretáceas.

En las inmediaciones de San Marcial se ven capas que evidentemente son de la misma edad, pero no contienen fósiles; y un cerro situado al E. hacia Marratxi, muestra, de abajo arriba, esta sucesión:

1.—Margas blancas = 20 metros.

2.—Conglomerados = 0<sup>m</sup>,50.

5.—Caliza amarillenta, granuda, semi-concrecionada, friable á trechos y acribillada de oquedades pequeñas = 6 metros.

Por debajo de estas calizas se encuentran unas margas gris-amarillentas y calizas margosas amarillas con algunos granos de cuarzo diseminados en su masa; pero no se puede fijar el nivel á que corresponden.

Al N. de La Bomba se observan hechos análogos.

A doce leguas al E. de Palma se encuentran unas calizas blancas, bastante compactas, con muchas especies de moluscos, ya extinguidas, ya vivientes todavía. No pueden apreciarse bien las relaciones de estas capas con las de la colina de Belver; pero su fauna hace suponer que ocupan un nivel algo más elevado que el de las segundas, correspondiendo á uno de los últimos términos del mioceno superior.

Las capas con ceritios pequeños se ven junto á la desembocadura del torrente del Mal Pas, entre Corp Mari y El Terreno.

A partir de Corp Mari, se encuentran desde luego las últimas capas con *Ostrea crassissima*, y después las siguientes:

1.—Margas blancas con *Ostrea crassissima*, y muchos ceritios (*C. rubiginosum?*, Eich., y *C. aff. C. pictum*, Bas.) = 15 metros.

2.—Margas blancas, friables, con algunas calizas, que en la parte superior contienen muchos ceritios, y los principales fósiles de esta hilada son, además: *Ostrea lamellosa*, Broc.; *Pecten subbenedictus*, Font.; *Arca turonica*, Duj.; *Ringicula buccinea*, Broc. = 15 metros.

3.—Caliza con guijas gruesas = 4 metros.

4.—Caliza gris = 12 metros.

5.—Caliza amarilla, con pequeñas guijas calizas = 15 metros.

6.—Caliza bastante dura, con oquedades, y algunas guijas en la parte superior. En este banco, que se halla en el borde de la vertiente izquierda del torrente, inclinado 9° al SE., se encuentran muchas impresiones de fósiles, entre las cuales se pueden reconocer *Arca diluvii*, Lamk.; *Lucina columbella*, Lamk.; *Cardium aff. C. edule*, Lin.; *Tellina lacunosa*, Chem.; *Murex brandaris*, Lin.; *Conus ventricosus*, Bronn.; *Ancillaria glandiformis*, Lam.; *Mitra*, etc. = 10 metros.

7.—Caliza amarilla, compacta, bastante dura = 5 metros.

8.—Caliza dura con guijas calcáreas = 5 metros.

9.—Margas calcáreas, amarillas, friables = 5 metros.

10.—Caliza muy dura, con impresiones de *Tellina lacunosa*, Chem., y *Lucina columbella*, Lamk., sobre todo en la parte superior = 4 metros.

11.—Caliza amarillenta, dura = 0<sup>m</sup>,65.

Contra estas hiladas se apoyan discordantes unos conglomerados cuaternarios que miden bastante espesor en la base de la colina de Belver.

El corte precedente da, en resumen, la sucesión siguiente:

A.—Capas con *Ostrea crassissima*, en el núm. 1.

B.—Capas con *Cerithium pictum*, en el núm. 2.

C.—Caliza de Belver con *Tellina lacunosa*, *Lucina columbella* y *Cardium edule* (var.), en los restantes.

En dirección al puerto Pi, las calizas margosas con ceritios pequeños van acompañadas de arcillas rojas; contienen una var. del *Arca barbata*, Lin., y se observan también en Bona Nova, por encima del yacimiento de la *Ostrea crassissima*, y en diversos puntos entre Bona Nova y el puerto Pi, en alguno de los cuales se hallan además *Lima inflata*, Chem.; *Cardium*, *Cypricardia*, etc.

Según las observaciones del Sr. Vidal <sup>(1)</sup>, en las canteras del puerto Pi comienza el mioceno por bancos gruesos de caliza cavernosa, blanquecina, de tacto áspero, cuyas oquedades están barnizadas por una cutícula cristalina de carbonato de cal. La estructura y composición de esta roca son muy variables, pues de muy esponjosa y ligera como una lava volcánica, pasa á una piedra semi-compacta y bastante densa, ó á una caliza arcillosa surcada por venillas espáticas. Sobre ella descansa un lecho de ostras que buza 10° al SE., y encima se desarrolla una alternación de conglomerados calizos de cemento margo-arenoso, con arcillas y arenas amarillentas en bancos de 20 á 30 centímetros. Uno de los más bajos, que es arenoso, está

(1) Bol. Mapa geol. de España, tomo VI, pág. 3.

cuajado de pequeñas conchas de *Cerithium*, y contiene además *Cardium*, *Arca*, *Janira*, *Tellina* y ostras, que parecen ser iguales á las del banco citado más abajo, y que reaparecen á muchos niveles.

MESETA MERIDIONAL.—La parte más meridional de Mallorca forma una meseta constituida por calizas compactas en capas horizontales con muchas impresiones de moluscos, la cual termina en el mar en acantiladas escarpas inmediatas á Lluch-Mayor, Campos y Santañy.

El aspecto de este territorio contrasta con el dislocado de las comarcas vecinas, formadas por depósitos más antiguos, resultando para el primero un carácter particular que llama la atención del observador. Engañado Bouvy por esta disposición, supuso que tanto la meseta meridional de Mallorca como la de Menorca pertenecían al plioceno; pero mientras que la primera corresponde al mioceno superior, la segunda está constituida por las calizas con clipeasters.

A poca distancia de Felanitx, en dirección á P., y separado sólo por un reducido llano cubierto de viña, se levanta una colina donde están abiertas numerosas canteras; y un corte dado en este paraje presenta las siguiente capas en orden ascendente:

1.—Caliza tosca, blanca, muy áspera y granugienta, tierna y tan deleznable que mancha los dedos como la creta, á pesar de lo cual tiene suficiente consistencia para emplearse en la edificación. En este banco, cuyo espesor excede de 40 metros, hay en explotación varias canteras.

2.—Caliza blanca, tenaz, semi-compacta, algo espática, de fractura plana ó concoide en grande, en bancos de 5 á 4 metros. Lleva en la parte más baja algunos riñones de maciño, que á veces desaparecen, dejando en la roca oquedades bastante grandes.

3.—Arcillas de color claro, amarillo verdoso, en bancos muy gruesos. Se usan en la fabricación de alcarrazas y otros objetos de alfarería, y se ocultan bajo el manto de tierra vegetal que cubre el llano.

En las afamadas canteras de Santañy, que radican á 15 kilómetros al S. de Felanitx, se explotan dos capas de caliza de un metro

de espesor cada una. La inferior es de color gris claro, con oquedades que miden hasta medio centímetro cúbico, rellenas de arcilla ó de caliza impura; y la superior, llamada *tapa* en el país, es blanca, ligeramente agrisada, de muy fácil labra, que da la piedra de primera clase, cavernosa en pequeño, con innumerables y diminutas cavidades, como si en un principio hubiese estado constituida por una aglomeración de granillos unidos por un cemento calizo y más tarde aquéllos hubieran desaparecido, quedando sólo el cemento para formar la roca, según observa el Sr. Vidal <sup>(1)</sup>. Lateralmente esta capa se transforma á poca distancia de la cantera, en una caliza muy dura, semejante á la inferior, y contiene ejemplares de ostras, ditrupas, limas y el *Pecten benedictus*.

En la vertiente izquierda del valle se observa una sucesión análoga; pero faltan las ostras, y en cambio contienen impresiones de *Lucina reticulata*, Poli.; *Monodonta Araonis*, Bast.; *Turbo muricatus*, Duj. (var.); *Cerithium vulgatum*, Brug.; *C. scabrum*, Oliv.; *Haliotis tuberculata*, Lin.; *Emarginula*, *Trochus* y *Lithodomus*.

Con el mismo carácter pueden observarse estas calizas en el camino de Alcaria Blanca y en las inmediaciones del cerro de la Consolación, así como también por el camino de Felanitx hasta cerca de Cas Concós, y por el O. hasta las inmediaciones de Las Salinas, en cuyo paraje las cubren los mantos cuaternarios con *Helix*.

A un kilómetro al SE. de Lluch-Mayor, en una caliza compacta, se ven muchas impresiones de pequeños gasterópodos, principalmente de un ceritio que se halla también en las capas con *Cardium edule* que se encuentran en el camino de Palma. Esa caliza se prolonga hacia el cabo de Enderrocat, y en el quebrado territorio de Randa toma el carácter de un depósito costero.

En el camino de Lluch-Mayor á Porreras se atraviesa, antes de llegar á la formación numulítica, un valle que muestra la siguiente sucesión en orden ascendente:

1.—Caliza margosa, amarilla, blanda = 2 metros.

(1) Bol. Mapa geol. de España, tomo VI, pág. 20.

2.—Caliza roja, muy dura, con un lecho de conglomerado de guijo menudo = 0<sup>m</sup>,50.

3.—Caliza rojo-amarillenta y blanda = 2 metros.

La vertiente izquierda del valle muestra que esas hiladas, que son horizontales, van á apoyarse contra las numulíticas, muy inclinadas, presentando las primeras muchas guijas hacia el contacto con las segundas.

La meseta de Lluch-Mayor está separada de la llanura de Palma por una serie de escarpas bajas alineadas de N. á S.

El camino de Palma á Lluch-Mayor atraviesa, cerca del antiguo pantano del Pratt, unas calizas llenas de impresiones del *Cardium edule*, y de un ceritio pequeño afine al *C. rubiginosum*, Eichn.

Más al N., el camino de Palma á Algaida atraviesa también, cerca de Son Gual, otras calizas con multitud de impresiones de una *Venus* muy afine á la *V. senilis*, Broc.

Cerca de Son Crespi hay un pequeño rodal compuesto de caliza blanda, que debe ser de formación salobre con impresiones de *Cardium* (*C. carinatum?* y *C. protenué?*), y de un *Melanopsis*, que recuerdan las especies de las capas con congerias.

### Menorca.

En Menorca el terciario únicamente se halla representado por las calizas con clipeasters, las cuales suministran excelentes materiales de construcción, sobre todo en las canteras de Ciudadela. Sus capas apenas han sufrido modificaciones de posición, y, sin embargo, se ofrecen levantadas con 5 á 10° de inclinación al SO. entre Ferrerías y Santa Ponsa, donde descansan discordantes sobre los terrenos primarios. En la colina en que está edificado el lazareto de Mahón, se observa la sucesión siguiente:

A.—Conglomerado con guijas de arenisca verdosa = 7 metros.

B.—Caliza amarillenta con algunas guijas = 6 metros.

C.—Caliza con algunas impresiones de fósiles = 5 metros.

Junto al cabo Negro las capas devonianas constituyen colinitas;

pero á medida que se consideran puntos inmediatos á Mahón, van rebajándose sucesivamente, hasta casi alcanzar el nivel del mar, formando una antigua planicie submarina, que han cubierto los depósitos miocenos. En apoyo de esta observación, decía Armstrong que la profundidad de los pozos depende de la altitud del suelo en que se abran, porque siempre es preciso descender hasta el nivel de la superficie del mar. Esa profundidad, que no es grande en San Felipe y en Ciudadela, llega á ser considerable en Mahón y en Alayor, edificados sobre alturas. Al abrir los pozos, se excava hasta que se tropieza con una especie de filadio negruzco; pero llegando á ese punto, es preciso tomar muchas precauciones para seguir la perforación, porque el agua llega á brotar con tal violencia, que los operarios correrían gran riesgo si no se retirasen precipitadamente.

Sería erróneo, advierte Hermitte, generalizar de un modo absoluto los hechos mencionados por Armstrong. El fondo del mar del mioceno medio era muy desigual, puesto que en la colina de San Telmo, cerca de Ferrerías, las calizas miocenas se explotan á una altura bastante considerable sobre el nivel actual. En esa localidad aparecen por orden ascendente:

1.—Arenisca abigarrada.

2.—Caliza sabulosa, amarillenta = 6 metros.

5.—Caliza amarilla con algunos fósiles = 20 metros.

A orillas del mar, entre Mahón y la cala Figuera, la meseta ofrece los siguientes estratos:

1.—Arenas rojas y amarillas con cantos gruesos en su parte superior, los más abundantes de arenisca arcillosa amarilla y micáfera del devoniano, algunos de cuarzo blanquecino y más escasos los de arenisca triásica = 5 metros.

2.—Arenisca cuarzosa, quebradiza y amarilla, con algún canto suelto = 5 metros.

3.—Arenisca califera, compacta y dura, con muchas oquedades = 1 metro.

4.—Conglomerado rojo amarillo, de cantos desiguales, en bancos irregulares = 4 metros.

5.—Brechas de cantos de cuarzo, hialinos, blancos y lechosos, y de fragmentos de arenisca muy arcillosa, cimentados por una arenisca arcilloso-califera. En la superficie presenta muchas cavidades producidas por la desaparición de los cantos de caliza que tenía = 7 metros.

6.—Arenisca quebradiza, con impresiones de *Clypeaster*, *Pecten* (*P. Jacobeus?*) y corales = 1<sup>m</sup>,50.

7.—Conglomerado de cantos amarillento-verdosos = 0<sup>m</sup>,50.

8.—Caliza gris, con cantos de cuarzo = 5 metros.

Arenisca arcilloso-califera con *Venus umbonaria*, Lam.; *Tapes vetula*, Bast., y *Lucina columbella*, Lam.

La capa núm. 1 sigue por la orilla del mar hasta la cala Figuera, donde es de color rojo obscuro, y contiene, además de las especies citadas, *Psammechinus Serrezii*, Desm.; *Clypeaster* y muchas operculinas.

La meseta sobre que se alza Mahón termina hacia la huerta de San Juan en una escarpa acantilada, cuyos bancos superiores son fosilíferos, y en los inferiores abundan los cantos de las formaciones devoniana y triásica. Las mismas capas se prolongan hacia la cala Tauleta, donde se apoyan sobre las pizarras devonianas muy levantadas.

En la parte occidental de la isla, el mioceno yace en capas horizontales que no contienen cantos sueltos como en Mahón. Al NE. de Ferrerías, entre Bini-Atrún y Montañeta, se ve un ejemplo de valle antiguo, relleno de calizas horizontales con clipeasters, apoyados contra las areniscas muy levantadas del trias.

Entre Son Hermita y Torre San Andria, cerca de Ciudadela, se atraviesan primero unas colinas triásicas y devonianas que circunscriben diversos vallejos, en el fondo de los cuales radican pequeños isleos de caliza con *Helix*; después de haber pasado por Furi de Baitx se encuentra una falla, en cuyo lado meridional aparecen muy inclinadas al O. las areniscas del trias inferior, cubiertas por las capas del trias medio, del superior y del jurásico, todas igualmente inclinadas, y sobre éstas se apoyan hasta Torre San Andria las del mioceno medio.



En Santa Ponsa de Alayor, Santa Ponsa de Ferrerías, San Cristóbal, Abrancar, cala de San Andrés y otros parajes de esta meseta miocena, se encuentran, entre otras especies, las siguientes: *Conoclypus semiglobus*, Lam.; *C. plagiosomus*, Ag.; *Echinolampas hemisphaericus*, Lam.; *E. scutiiformis*, Leske; *Clypeaster portentosus*, Desm.; *C. latirrostris*, Ag.; *C. aff. marginatus*, Lam.; *C. aff. altus*, Lam.; *C. crassicosatus*, Ag.; *Brissopsis crescenticus*, Wright; *Schizaster Parkinsoni*, Ag.; *S. Peroni*, Cott.; *S. Scillæ*, Leske; *Ostrea Boblayei*, Pesh.; *O. plicatula*, Gmel.; *O. lamellosa*, Broc.; *Pecten Besseri*, Andr.; *P. nodosiformis*, Pusch.; *P. præscabriusculus*, Font.; *P. aff. causeretensis*, Font.; *P. (Janira) subbenedictus*, Font.; *P. (Janira) Jacobæus*, Lin.; *Cardita crassicosata*, Lam.; *Lucina Leonina*, Bast.; *Carcharias megalodon*, Ag., y otras de los géneros *Argiope*, *Terebratula*, *Hinnites*, *Isocardia*, etc.

La mayor parte de estas especies corresponde á la base del mioceno medio.

### Ibiza.

En el extremo SO. de Ibiza, entre el cabo Jucú y el cabo Llentrisca, descubrió el Sr. Vidal <sup>(1)</sup> un islote mioceno apoyado contra las capas urgo-aptenses, que en medio de su pequeñez, ofrece dos curiosas particularidades: la de contener unos lechos delgados carbonosos, y la de que sus capas inclinan hasta 50° al E. En orden ascendente, le componen las siguientes hiladas:

1.—Gonfolita dura, que su parte alta se mezcla con margas grises sabulosas.

2.—Margas grises sabulosas, que se mezclan en su base con nudos de conglomerado y que en las capas superiores se hacen más arcillosas y encierran dos lechos de lignito, conteniendo además un *Cerithium* muy parecido al *C. bidentatum*, Grat.

5.—Calizas duras, sabulosas, y margas con *Ostrea*, *Pinna* y una *Neritina* pequeña, parecida á la *N. picta*, Fer.

(1) Bol. Mapa geol. de España, pág. 89.

En el extremo opuesto de la isla, entre Portinaix y la Punta den Serra, encontró también el Sr. Vidal otro islote formado de caliza tosca, llamada *mars*, de grano muy fino, muy estimada para trabajos delicados de escultura y muy parecida á la de Santañy (Mallorca), á cuya misma edad debe corresponder.

### Cabrera.

En la isla Cabrera, á 500 metros al O. de la cala Ambotxa, unas hiladas horizontales de conglomerados y calizas se apoyan contra las capas secundarias, que inclinan hacia el cabo de Calabaza. No contienen fósiles; pero por su aspecto y sus relaciones estratigráficas con otras capas más antiguas, las supone Hermitte del mioceno medio.

### Valencia.

A juzgar por las especies fósiles recogidas, siguiendo las indicaciones de los Sres. Cortázar y Pato, la casi totalidad del terciario lacustre de esta provincia corresponde al mioceno, y la casi totalidad del terciario marino es del plioceno, siendo muy poco precisas y claras las observaciones que acerca de ambos sistemas hizo Vilanova en su *Memoria geognóstico-agrícola y protohistórica*. Con arreglo á los trabajos posteriores del Sr. Nicklés, relativos á la constitución geológica del SE. de España <sup>(1)</sup>, una gran parte de la mancha pliocena del valle de Albaida debe clasificarse como miocena, á juzgar por los restos en ella encontrados.

Por regla general, las capas miocenas yacen horizontales ó muy ligeramente inclinadas; mas por excepción, puntos hay, como las canteras de Niñerola, en donde se hallan levantadas hasta cerca de la vertical, por causas que á continuación se explican.

(1) *Recherches géologiques sur les terrains secondaires et tertiaires de la prov. d'Alicante et du Sud de la prov. de Valence*, pág. 133.

**MANCHA DE CHIVA.**—Esta mancha, comprendida entre los ríos Magro y Turia, en el centro de la provincia, es de las que ofrecen mayor interés, principalmente en las afamadas canteras de Niñerola, donde aparte de las calizas de que aún quedan restos en los cerros inmediatos, las rocas principales son las margas y los yesos, que junto á la Masía inclinan 75° al SE. y al NO., con una alternancia de colores claros y oscuros muy notable.

Menos claramente estratificados y con mayores inclinaciones se presentan los yesos en otras de las muchas canteras ó pedreras que allí se explotan. Las margas que acompañan á los yesos desprenden por el choque olor de sulfuro hidrico; son grises y estratificadas en unos casos, y de color azul oscuro y sin apariencias de estratificación en otros, habiendo encontrado entre las primeras restos de plantas y muchos ejemplares del *Planorbis lævigatus*, Desh.

Los yesos de Niñerola se diferencian unos de otros por su color y por su textura, pues junto á los amorfos y pardos, los hay fibrosos del mismo color y blancos; otros muy compactos, de color oscuro y fractura concoidea, con el mismo aspecto de la caliza, y el más notable entre todos, que es alabastrino, de gran blancura, consistente y muy á propósito para la ornamentación de los edificios. Aunque menos abundante y tal vez de distinto origen, existe otro acaramelado y transluciente, que tiende á cristalizar en forma de flecha y es muy parecido al que se encuentra entre las margas del Rincón de Ademuz; mas ni éste ni aquéllos se asemejan á los yesos miocenos de otras localidades.

Estos cambios de naturaleza, textura y posición de las capas de Niñerola, se explican, según Vilanova, del modo siguiente: «El mismo depósito de alabastro yesoso, dice <sup>(1)</sup>, da la clave para comprender tan singular metamorfosis, pues aun hoy se conservan varios conductos por donde salieron en su tiempo las aguas que la determinaron; y si esto no bastara, existe allí inmediato un manantial cuya

(1) *Reseña geológica de la prov. de Valencia.*—*Bol. Soc. geogr. de Madrid* tomo XI, pág. 264.

naturaleza sulfurosa es la prueba más decisiva. Apareciendo las aguas cargadas de ácido sulfhídrico á través de los materiales calizos, verificóse el metamorfismo, atacando aquél, desalojando al ácido carbónico, y apoderándose del óxido de calcio. Y como quiera que el yeso formado ocupa más lugar que aquél, resultó la dilatación y resquebrajamiento del terreno, que aparece lleno de oquedades y grietas, por donde se facilitaría la ulterior aparición de aquellas aguas minerales que tal metamorfosis determinaron en las rocas terciarias. Pero no es tan sólo lo que acabo de indicar lo que más llama la atención en este yacimiento, pues otra circunstancia aquilata su verdadero interés científico, al paso que confirma el procedimiento allí en función para producir tan notables resultados. Adviértense en medio de los yesos ciertos conglomerados silíceos que acreditan la acción mineral y geiseriana de aquellas aguas. Unas veces son fragmentos angulosos é irregulares de yeso los que se ven trabados ó unidos por una materia cuarzosa, y también se observan pedazos de una roca silícea, conglutinados por la parte alabastrina, lo cual evidentemente prueba la contemporaneidad de los dos agentes, es decir, la del agua saturada de ácido sulfhídrico, atacando el carbonato y transformándolo en sulfato hidratado de cal, ó constituyendo los elementos de aquella brecha singular.»

«Estas transformaciones, advierte el Sr. Cortázar <sup>(1)</sup>, mucho más frecuentes de lo que pudiera creerse por el relato del Sr. Vilanova, se han verificado durante todas las edades geológicas, explicándose el cambio del carbonato de cal, mejor que con la presencia de aguas con hidrógeno sulfurado en disolución, incapaz de desalojar el ácido de la caliza, con emanaciones de ácido sulfuroso, muy frecuentes en una de las fases de los volcanes.»

Al O. de Torrente y Niñerola extiéndese un suelo ondulado y compuesto en gran parte por margas y calizas miocenas, estas últimas en la cima de los tesos y lomas que doblan la llanura. Una de las principales lomas, la sierra Perenchisa, hállase compuesta por

(1) *Descr. fís., geol. y agrol. de la prov. de Valencia*, pág. 257.

calizas finas, duras, sonoras, con puntos y venillas de espato calizo, cuyos colores más comunes son el gris claro, el pardo y el rojizo, conteniendo algunos *Planorbis* mal conservados entre Torrente y Montserrat, cerca del barranco de las Cañas. Inferiores á estas calizas yacen las margas rojizas con algunos bancos de conglomerado entre dicho barranco y el alto de lo Pinatells, y todas estas rocas, que en los sitios hondos se hallan cubiertas por materiales de acarreo, descansan generalmente sobre las margas yesosas del triás, las cuales asoman con frecuencia en el cauce de los barrancos de Montserrat, Turis, Alborache y Macastre.

No son tan frecuentes los asomos de rocas triásicas en el mioceno de Godolleta, Chiva y Cheste, compuesto de los mismos elementos. En el término de Chiva se ven cerros de tierras rojas coronados de caliza, cuyas capas, cuando no son horizontales, buzan ligeramente al O. 13° S., con suaves ondulaciones en el sentido de la dirección. Cerca de Cheste, la caliza, que es fina, gris y astillosa, se inclina algo al N. 18° O., y entre este pueblo y la sierra de las Rodanas buza en varios cerros al O. 27° N.

Por las márgenes del río Magro esta mancha avanza varios kilómetros más al SE. de lo que se ve señalado en el Mapa general, avanzando hasta los términos de Alfarp y de Llombay, en los cuales existe una marga bituminosa, negra, frágil cuando se deseca, que contiene *Melanopsis buccinoidea*, Ger.; *Planorbis obtusus*, Sow., y trozos de madera fósil; mas no asoma á la superficie, si no que fué cortada á diversas profundidades por medio de pozos comunes.

En la Falaguera de Alfarp descansa esa marga sobre el triás y sirve de base á las del plioceno marino, lo mismo que en Llombay; y en este punto, después de atravesar con un pozo las margas bituminosas, se encontró una capa de arena suelta. Aun cuando en la mina de agua de Llombay ninguna labor llega á las margas triásicas, éstas, que afloran en numerosos puntos de las cercanías, deben encontrarse á escasa profundidad, tal vez tocando á la citada capa de arena.

MANCHAS DE REQUENA.—El llano de Requena queda cortado al NE.

del pueblo, y el terreno cambia de aspecto, descendiendo rápidamente hasta el cauce del río Chera, cuyos primeros afluentes corren sobre materiales miocenos, muy semejantes á los del Rincón de Ademuz, y que consisten principalmente en tierras rojizas, areniscas y conglomerados. Las areniscas son calíferas, de grano grueso, friables, de colores grises y rojizos, y el conglomerado se compone de cantos redondos de cuarzo blanco, rojo y gris; de caliza amarillenta, azulada y rojiza, y de trozos de arenisca roja triásica, débilmente cimentados por una pasta margosa. Ambas rocas buzan ligeramente al S. 27° O., intercalados con las tierras rojizas, á través de las cuales asoman sus cabezas en las escarpadas vertientes del barranco de la Ceja, donde ciertas capas son un tránsito entre la arenisca y el conglomerado. Una caliza tierna y arcillosa, con restos de fósiles, yace intercalada en las tierras rojizas, lo mismo que las areniscas y los conglomerados, los cuales en unos sitios se apoyan sobre las capas jurásicas y cretáceas, y en otros sobre las del triás, alcanzando hasta más de 200 metros de espesor sobre el barranco de la Ceja.

Hasta el pie de las sierras de las Cabrillas y de Martés, llegan por el E. los bordes de la mancha miocena de los campos de Requena, Utiel, Caudete y Villagordo, que no tiene ningún punto de contacto con la que existe en los llanos de la costa, por cuya razón es de suponer que durante la época terciaria hubo un lago costero, independiente de los del centro de la Península. En esta mancha se encuentran, aunque no reunidas y ordenadamente superpuestas, todas las rocas esenciales del mioceno lacustre.

Dentro de los términos de Ortuna de Arriba y Ortuna de Abajo, el sistema está representado por margas terrosas y conglomerados en bancos horizontales, cortados á pico en las márgenes del río Magro, y formando estrechos desfiladeros por donde las aguas corren velozmente.

Los tesos y lomas que se levantan en los llanos de Requena están comunmente terminados por caliza, según se observa entre la Portera y los Pedrones, donde además hay margas y areniscas calíferas

en las vertientes de los cerros y en los arribes de los barrancos. La caliza se intercala con las margas en los barrancos de los Pedrones; pero semejantes alternancias son poco frecuentes.

Horizontales y con el mismo orden de superposición que en las lomas y tesos de las dos Ortunas, yacen las margas, areniscas y calizas en el cerro del Asno, cerca de las Casas del Doctor y en la meseta de Sardineros, sitios que si bien separados por barrancos profundos, tienen la misma altitud (660 metros).

En los Isidros, junto á la rambla Hervosa, á más bajo nivel que la meseta últimamente citada, han desaparecido derrubias las areniscas y las calizas, quedando al descubierto las arcillas y margas rojizas de la base del sistema, por esta parte, con un espesor comprobado en varios pozos de 15 á 20 metros. A partir de los Isidros, se elevan muy lentamente hacia el N. y NO. y onduladas las margas y calizas, sin interposición de capas sabulosas. Las margas, que son la roca dominante entre los Isidros y Requena, comprenden algunas capas horizontales y continuas de yeso blanco, tierno y sacarino, que se explota entre los Ruizes y las Casas de Eufemia.

Los bordes septentrionales de la misma mancha llegan á la carretera de Cuenca, en la cual se ven cerca de Requena y entre Utiel y Caudete tierras rojas y conglomerados, que hacia el N. se ocultan bajo mantos cuaternarios.

Los fósiles sólo se encuentran en las calizas de la cuesta de la Chirrichana, no lejos de Cofrentes, donde están, fuertemente engastados en la roca, el *Planorbis cornu*, Brong., y un *Melanopsis*.

En el término de Requena el mioceno descansa directamente sobre el trias con una notable discordancia visible en muchos sitios, y sobre todo en los altos arribes del río Cabriel.

La carretera de Cuenca cruza, entre Venta Nueva y Venta Quemada, una manchita compuesta de tierras rojas y bancos de conglomerado, que buzan al N. 27° E. Se halla aislada entre el cretáceo de la sierra de las Cabrillas, y dista poco del campo de Requena, con cuyos depósitos terciarios ha debido en otros tiempos hallarse relacionada.

OTRAS MANCHITAS PEQUEÑAS.—La fajita que se sobrepone al cretáceo al SO. de la mancha de Chiva, en las fragosas montañas de Dosaguas, sobre la izquierda del Júcar, se compone de margas, calizas y areniscas. Estas últimas, que son las rocas que más abundan, buzan en unos sitios al S. 27° O. y en otros al N. 27° E., no faltando alguno en que aparecen verticales; y es de suponer, según observan los señores Cortázar y Pato, que los movimientos á que estuvieron sujetos, aparte del general que produjo el desagüe de los lagos miocenos, fueron locales y engendrados por las corrientes, las cuales, desagregando y arrastrando las capas menos consistentes, que son las inferiores, dejaron colgadas las superiores, concluyendo éstas por hundirse y adoptar posiciones más ó menos inclinadas.

Con esas areniscas, en el profundo y agreste barranco de la Mina ó del Collado, hay varios lechos de lignito, que fueron objeto de una explotación poco activa en otro tiempo.

Con una galería de más de 50 metros, situada en la ladera izquierda del valle, casi al nivel del arroyo principal, se cortaron varios estratos alternantes de arenisca y marga; luego una capa de caliza, después otra de marga, y, por último, la de lignito, cuyo buzamiento es de 50° al S. 27° O. La arenisca es califera, de grano fino y color amarillento, presentando tránsitos á un conglomerado de cemento silíceo calizo, con cantos de caliza y guijas de cuarzo, es decir, á una verdadera gonfolita. La caliza es bituminosa, dura, de grano fino y fractura desigual, y contiene restos de *Planorbis*, lo mismo que la marga bituminosa y de color negro, que se halla en contacto con la capa de lignito.

Las relaciones estratigráficas que estas rocas, 2, tienen con las calizas cretáceas subyacentes, 1, se indican en la figura 79.

La faja miocena del barranco de la Mina se prolonga por el O. con ligeras interrupciones hasta la Muela de Oro, que sirve de unión á las sierras del Ave y de Martés. Entre Dosaguas y el barranco del Carcamal, afluente del río Júcar, las areniscas califeras buzan constantemente al N. 27° E., con una inclinación que varía de 30 á 55°, y en lo alto de la Muela de Oro yacen sobre las cretáceas unas cali-

zas blancas, terrosas, tiernas, que Verneuil consideró también como del mioceno lacustre.

A P. de la canal de Navarrés, al pie de las estribaciones orientales del Caroch, en la vertiente derecha del barranco del Buitre ó río de Cazumba, no lejos de Bicorp, se apoyan contra las cretáceas unas

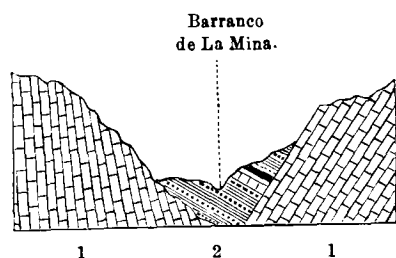


Fig. 79.—Corte por el barranco de la Mina, según el Sr. Cortázar.

capas delgadas de caliza de grano fino y fractura concoidea, que buzan  $55^\circ$  al S.  $18^\circ$  E., viéndose en la margen opuesta á más bajo nivel gruesos bancos de gonfolita, compuestos de cantos de caliza y de un cemento terroso de color rojizo. Fuera del barranco del Buitre, cerca

de Bicorp, hay conglomerados y areniscas; delgados lechos de margas, que se extienden hasta el pueblo, y una caliza terrosa, tierna y blanquecina, con restos de *Planorbis*, gasterópodo que aparece también en la caliza dura, acompañado por otros de *Clausilia*.

Al E. de Bicorp, junto al lugar de Quesa, una caliza semejante á la del barranco del Buitre buza  $50^\circ$  al S.  $27^\circ$  O.; y también se hallan muy dislocadas las capas entre el molino de Escalona y Navarrés, donde inclinan bastante al E.  $18^\circ$  N.

Los materiales de esta mancha, que se extiende desde Bicorp á Navarrés, descansan sobre las margas yesosas del trias, rocas deleznales que las aguas socavan fácilmente, ocasionando hundimientos en las capas superiores.

Entre el plioceno hay un asomo mioceno lacustre en Llosa de Ranes y otro en Fuente de la Higuera, viéndose en este último varios lechos de marga pétrea y blanquecina con *Helix*, y en el primero algunos restos de *Planorbis* y melanias ó *Melanopsis* pequeños, encerrados en una marga oscura, bituminosa, que además contiene restos vegetales.

La manchita de Sinarcas se compone de una caliza terrosa, blanquecina, basta, con granos de cuarzo, acompañada de una arenisca parda, que asoman á través de las tierras cultivadas en algunos puntos.

Entre este lugar y el Mas de Pardala yacen sobre el cretáceo, á más de 700 metros de altitud, reducidas manchas de caliza arcillosa, tierna y blanquecina, últimos restos de los sedimentos miocenos, que al fin desaparecerán entre las impetuosas corrientes que ocasionan las lluvias en aquel suelo montañoso.

El islote de Pedralva está formado de tierras rojizas y conglomerados, que se alzan en cerros de 40 á 50 metros de altura sobre las márgenes del Turia, siendo de suponer que estos cerros hayan estado en otro tiempo coronados de caliza, que aún existe á L. del pueblo en bancos que buzan  $10^\circ$  al O.  $18^\circ$  S., siendo la roca blanca y astillosa y descansando en estratificación concordante sobre una capa de marga pétrea blanquecina. Los aluviones del río ocultan parte de este islote, sobrepuesto al cretáceo.

En la mancha miocena más oriental de la provincia está comprendido el cordón de cerros que se interpone entre el llano de la costa y el de Liria, casi exclusivamente compuestos de caliza, explotada en varias canteras, y en la cual distinguió Cavanilles tres suertes de piedra: una de grano grueso, no muy dura, sembrada de agujeritos cónicos y caracolillos, que se explota desde tiempos antiguos en la loma de Santa Bárbara; otra de grano fino, sonora y algo parda, de que se fabrican sillares para los edificios de la capital en las canteras de Tospelat, entre Moncada y Bétera; y la tercera, que es mármorea, parda, con manchas más oscuras en forma de almendras, y se halla en las canteras del Cabeshort, en Náquera y Portaceli. Las dos primeras corresponden al mioceno lacustre; pero la última es triásica.

MIOCENO MARINO DEL VALLE DEL ALBAIDA.—Sin perjuicio de trasladar al capítulo siguiente los datos relativos al terciario marino del valle del Albaida, respetando la determinación de los terrenos que hicieron los Sres. Cortázar y Pato, consignaremos en este punto las observa-

cienes del Sr. Nicklés, el cual divide en dos los horizontes helvéticos de las inmediaciones de Benovaire, cerca de Cuatretonda: el inferior, compuesto de calizas brechoides con *Clypeaster crassicostatus*, Agas.; *C. intermedius*, Desm.; *Pecten* y *Ostrea*, mezclados con fósiles maestrichtienses fuera de su yacimiento, y el superior formado de margas azules, friables, con dientes e impresiones de peces. Ocupan todo el valle del Albaida, y cerca de Cuatretonda las cubren unos conglomerados que contienen cantos enormes. Refiere Nicklés estas margas al mioceno inferior, porque son muy semejantes á las de los valles de Benillova y Gorga (Alicante), cuya edad caracteriza la *Ostrea Offreti*, Kil.

En las capas de la base del terciario de Cuatretonda se encuentran mezcladas, hasta en el mismo pedazo de roca, las especies cretáceas y miocenas que se acaban de citar; y esta anomalía, á la cual dió Vilanova exagerada importancia <sup>(1)</sup>, se explica sencillamente por los desgastes y arrastres de las capas cretáceas, rudamente atacadas por el oleaje cuando se estuvieron formando los sedimentos del mar mioceno.

Sobre las calizas cretáceas con hipuritos del Pozo de los Caballos, cerca de Onteniente, yacen discordantes las capas con *Ostrea crassissima*, que se encuentran en otros términos de la provincia, de los cuales se tratará en el capítulo siguiente, por ajustarnos á las indicaciones del Mapa general y á los datos consignados en la Memoria de los Sres. Cortázar y Pato. Lo mismo que en Almansa, las calizas de esta formación tienen la apariencia ó los caracteres de los *faluns* endurecidos.

### Alicante.

De muy distinto origen son las dos formaciones miocenas que se encuentran en esta provincia: la más antigua, perteneciente á la edad helvética, es de origen marino, y la más moderna, correspondiente al mioceno superior, es lacustre. Pasada la edad helvética, en opi-

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, segunda serie, tomo XXIV, pág. 849.

nión del Sr. Nicklés <sup>(1)</sup>, la emersión del suelo fué definitiva en las antiguas costas de esta provincia, en la cual faltan, según él, el mioceno marino superior y el plioceno. Por observaciones recientes que hemos hecho en Guardamar y otros parajes, sospechamos que esta observación no es enteramente exacta.

### MIOCENO MARINO

Con discordancias estratigráficas muy marcadas, el tramo helvético de esta provincia cubre en capas casi horizontales las violentamente plegadas del eoceno, como sucede en el barranco del Sinc, de las sierras Almuja y Aitana, y las calizas aptenses del Mas Nuevo (sierra Mariola); detalles que demuestran la independencia del mismo tramo con relación á los subyacentes. Yace con frecuencia á grandes altitudes; hecho que, señalado por Cavanilles y por Verneuil, puede observarse en la comarca de Alcoy, en La Pedrera y en el Mas Nuevo, que se hallan situados á una altitud de 900 á 1000 metros. A otras menores ocupa el fondo de muchos valles, tales como los de Benillova, de Gorga, etc., y asimismo forma la sierra Almuja (Alfaz), las colinas de los alrededores de Alicante, la sierra Atalaya y las cuevas de Crevillente ó de Albaterra; y se divide en dos tramos: el inferior, formado de calizas con *Clypeaster*, *Pecten*, etc., y el superior, compuesto de margas con grandes ostras y dientes de esquelidos, que ocupa, con relación á la primera, mucha mayor extensión y llena el fondo de los valles.

No lejos de Alcoy, entre San Cristóbal y Las Casas de Mariola, el helvético yace sobre el eoceno, ofreciendo uno de los ejemplos notables de la discordancia estratigráfica entre ambos. En La Pedrera se explota una cantera de caliza muy homogénea, propia para construcción, subiendo á la cual, por el lado del Mas del Garrofero, se observa la sucesión siguiente, sobre margas plegadas del eoceno:

(1) *Recherches géologiques*, pág. 438.

1.—Conglomerados de elementos gruesos = 20 metros.

2.—Capa compuesta casi exclusivamente de trozos de conchas, de modo que es un verdadero *falun* endurecido = 1 metro.

5.—Caliza de grano más fino, que se explota en canteras = 40 metros.

4.—Caliza más basta, con buzamiento al S., alternando con otra fina, conteniendo fragmentos de *Clypeaster*. En calizas semejantes á estas se hallan, á distancia de algunos kilómetros (Casas de Mariola), el *Clypeaster intermedius*, Desm., y la *Ostrea Welschi*, Kil.

5.—Depósito de bastante espesor, compuesto de margas azules, con dientes de escualos y fragmentos de una *Ostrea* de gran tamaño muy parecida á la *O. Offreti*, Kilian. Se desarrolla por bajo del Mas del Baradero de Merito.

Cerca de Cocentaina, subiendo hacia el barranco Riera, aparece un pequeño asomo helvético con *Cerithium* y *Mitylus*, y sus capas, levantadas hasta la vertical, atestiguan la energía de las acciones posteriores á su formación.

Independiente de los parajes señalados, el helvético se muestra también en la comarca de Alcoy, en Benillova, Benifallim, Gorga y Benimasot. Entre Gorga y Milleneta se hallan varios asomos glaucosmosos, en uno de los cuales abundan los ejemplares de la *Ostrea Offreti*, Kilian.

Al O. de Alcoy, por cima del Mas de Pardiñas, sobre unas margas terciarias cuya edad no se pudo precisar por falta de fósiles, se extienden, con algunas metros de espesor y en discordancia estratigráfica, otras capas calcáreas; y en el contacto de unas y otras se encuentran los restos de organismos problemáticos, descritos con los nombres de *Taonurus ultimus*, Sap., y *Spongiomorpha iberica*, Sap., así como otros de forma cilíndrica que parecen ser vaciados de perforaciones.

Cerca de Teulada asoman inferiores las margas abigarradas triásicas, sobre las que yacen discordantes las eocenas, las cuales, á su vez, se ocultan bajo capas horizontales de calizas helvéticas con varias especies de *Scutella*, *Pecten*, etc.

Limitada al O. por el eoceno de la sierra Bernia, y en gran parte cubierta por travertinos y tierras rojas diluviales, en la pintoresca llanura de Calpe se halla una manchita miocena, que rápidamente hemos examinado. Se compone principalmente de molasas amarillentas deleznable, sobrepuestas á unas margas azules, grumosas ó concrecionadas, entre las cuales se intercalan unas calizas cuarcíferas muy duras, amarillentas, que descuellan en la punta del Hortal con 8° de inclinación al E.S.E. Las margas contienen con abundancia dientes y escamas de peces y varias especies de *Pecten*, *Corbula*, *Tellina* y otras bivalvas.

En las inmediaciones de Alfaz se presentan los estratos terciarios inclinados 50° al N., con el siguiente orden ascendente:

1.—Margas blancas y calizas eocenas = 5 metros.

2.—Calizas helvéticas que yacen discordantes sobre las anteriores y que en sus últimas capas contienen *Pecten* y *Terebratula* cf. *ampulla*, Broch. = 50 metros.

5.—Calizas duras, con *Pecten* cf. *Besseri*, Andr., cuyos bancos superiores tienen el aspecto de un *falun* endurecido = 50 metros.

4.—Calizas sin fósiles = 20 metros.

5.—Horizonte margoso indefinido, en gran parte cubierto por tierra vegetal.

Al E. de Alicante, los cerros de Santa Bárbara y la sierra de San Julián están formados en sus cumbres de una caliza tosca, sabulosa y arcillosa, amarillenta, que viene á ser una molasa en que abundan los moluscos, *Pecten* y *Ostrea* principalmente, acompañados de dientes de *Carcharodon*, *Oxyphina*, *Lamna*, *Odontaspis*, *Scyllium*, *Sphaerodus* y otros escualidos, habiéndose hallado también huesos de *Plesiocetus* y de una tortuga probablemente del género *Thalassochelyx*. Esa caliza, que generalmente pasa de un centenar de metros de espesor, yace sobre otra también fosilífera, amarillenta, de grano fino y resistente, que viene á ser un *falun* en el que abunda el *Pecten* (*Amusiun*) *cristatus* y varias especies de coralarios.

En el extremo oriental de la sierra de San Julián, asoman inferiores unas margas cenicientas que miden unos 40 metros de espe-

sor, á las que siguen con más de 60 las citadas calizas sabulosas y molasas amarillas, coronadas por brechas calizas poligénicas, en las cuales abundan los dientes de escuálidos.

Entre las citadas margas hay un asomito de yesos rojos, que tiene 200 metros de largo por 55 de anchura media, inmediato al llano de la Albufereta.

Sobre el eoceno del serrijón de los Angeles, que media entre Alicante, San Juan y Villafranqueza, se extienden las calizas helvéticas con *Clypeaster* (*C. crassicosatus?*, Ag.), ostras (*O. Offreti*, Kil.), *Pecten solarium*, Lam.; moldes de *Cardium*, *Tellina*, *Venus* y otros moluscos, y señales de unas algas parecidas al *Taonurus ultimus*, Sap. En algunos sitios empieza el sistema por un conglomerado calizo de cantos desiguales, terminando por molasas superiores á las calizas.

En varios de los montes del término de Alicante, el Sr. Jiménez de Cisneros observó la rápida desagregación de las calizas y molasas miocenas, que lo explica <sup>(1)</sup> por una rápida nitrificación, la cual destruye los peñascos, formando agujeros y cuevas y dejando al pie de éstas fajas y montoncitos de tierra menuda.

Asoma también el mioceno en la base del cerro del castillo de San Fernando, donde se sobrepone también al eoceno.

A cuatro quilómetros al O. de Alicante, sobre llanuras cuaternarias, se alza la sierra de las Atalayas, minuciosamente explorada por el Sr. Jiménez de Cisneros <sup>(2)</sup>. Está compuesta de una fila de colinas, en las cuales las capas miocenas, inclinadas 16° al E.SE., se suceden con este orden:

1.—Molasas inferiores.

2.—Calizas amarillentas.

5.—Molasas superiores con muchos restos de moluscos, heteroteginas, dientes de peces, etc. Algunos de sus lechos son de grano muy fino y contienen con abundancia el *Pecten cristatus*, Bronn.,

(1) *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo VI, pág. 459.

(2) *L. c.*, pág. 241.

ostras pequeñas y corales. En la parte alta de la Atalaya Mayor, que es la más occidental, la molasa se reduce á polvo; y es frecuente que permaneciendo sin alterar, con el espesor de pocos centímetros, la cara exterior de ciertas capas, tengan en su interior grandes cavidades producidas por arrastres de las aguas y que á veces se abren al paso de una persona.

Las calizas intermedias miden de dos á tres metros de espesor, y en ellas se encuentran *Clypeaster crassicosatus*, Ag.; *C. altus*, Lam.; *Scutella*; *Ostrea Offreti*, Kil.; *Pecten solarium*, Lam., y moldes de diferentes moluscos.

Las margas blanquecinas, con varias de las especies citadas, se prolongan más al S. por el Racó de la Cherra (Rincón de la Tinaja) y la sierra de los Colmenares, compuestos en sus cumbres de calizas duras con *Cardium hians* y señales de *Cidaris* y otros equinos. Estas calizas continúan hasta el Portichol, donde inclinan 55° al SO., y á partir de este paraje se ocultan bajo el cuaternario en dirección á Elche y tuercen al NO. hacia Aspe.

Al S. de Novelda, por la cresta de la sierra de San Pascual, se marca la línea de separación del infracretáceo y del mioceno, que sobresale en un banco de caliza muy compacta, casi mármorea y fosilífera, alineada al E. 40° N., con 55 á 40° de inclinación al NO. El infracretáceo se alinea discordante hasta su contacto al O. 20° N., con 50° de inclinación al SO. Al pie de la misma sierra, con poco más de un quilómetro de anchura, se extiende una faja de margas alternantes con molasas y calizas bastas con ostras, inclinadas 50° al NO., quedando cortadas por una falla en la subida á la Cueva.

Entre Elda y Novelda, al NE. de esta última, sobresale el monte Bateix, serrijón formado de bancos de molasa, llamada *pedra de Novelda*, que se viene explotando en grande escala desde hace mucho tiempo por la facilidad con que se labra, si bien, por regla general, es demasiado blanda y desmoronadiza. Es de color gris claro, con tenue matiz amarillento, si bien en un mismo banco hay fajas más oscuras de tono azulado, y está formada de granos cuarzosos y calizos con otros de arcilla verdosa clorítica, unidos todos por un ci-



mento demasiado arcilloso. Entre las molasas compactas se intercalan otras de grano basto con nódulos y granos gruesos de dicha arcilla clorítica, y en otras capas se ven oquedades hasta de cinco centímetros de diámetro, que debieron estar rellenas de arcilla, que ha desaparecido. Todas son muy poco fosilíferas y sólo se advierten restos de fucoides en algunos lechos.

Moldes de *Taonurus* y *Chondrites* se ven con mayor abundancia en las canteras del término de Monóvar, situadas más á P. de las anteriores. En las que hay al pie de la sierra de la Solana, en contacto con las arcillas rojas yesíferas del triás de Elda, las molasas inclinan 50° al S. SE. En algunas de éstas abundan los nódulos silíceos pirritosos, y entre ellas se intercalan lentejones y lechos delgados de margas de igual color.

En las canteras de la Balseta, más cerca de Monóvar, las molasas, con igual buzamiento, sólo inclinan 20°, y en ellas se encuentran dientes de peces, moluscos, fucoides y otros restos, así como «sebo mineral,» ó sea una tierra blanca pulverulenta y untuosa, de color blanco y de sabor estíptico. La capa superior que está en contacto con el triás, es una molasa brechoide con trocitos de arcilla, caliza dolomítica de distintos colores, cristales de jacinto y de cuarzo, señales de ostras, *Pecten* y dientes de placoides (*Sphaerodus?*) Estas canteras ocupan una línea seguida de más de un quilómetro, y entre ellas y Monóvar se siguen los límites del O. del mioceno y del triásico, sobre el cual está edificada la villa.

En la hondonada de Sax, comprendida entre la sierra de la Torre, la Cámara y la del Castillo, se extiende el mioceno, compuesto de *falun* amarillo fosilífero, y de las molasas blanquecinas, iguales á las de Novelda. Asoma principalmente en las márgenes del río y en unas lomitas inmediatas al camino de Elda; pero en largos trayectos se oculta bajo mantos muy delgados diluviales. Sax está edificado en el límite septentrional de esta manchita miocena.

Entre Novelda y Aspe los mantos diluviales tienen muy poco espesor, pues á cada paso se mezclan sus tierras rojizas con las amarillentas propias del mioceno. A cinco kilómetros al O. de Novelda,

siguiendo la carretera de La Romana, asoman entre el cuaternario, por los cerros de las Casas de Mina, los maciños tabulares de la parte inferior del sistema, inclinados 25° al SE. Abundan en ellos las dendritas y los fucoides; son explotados para sacar losas delgadas, y entre ellos se intercalan lechos y lentejones de pedernal negro.

Las molasas bastas y los *faluns* fosilíferos, pasando á areniscas delezuable amarillentas, aparecen más al S., suavemente inclinadas al S. O. por la falla meridional de los cerros de las Tres Hermanas, cerca de los kilómetros 9 y 10 de la carretera de Elche.

Crevillente se halla edificada sobre grandes bancos de conglomerados, repetidas veces alternantes con otros de arcillas rojas, inclinados 50° al S. O., que á pesar de su fuerte inclinación de 50° al S. O., suponemos de la base del cuaternario. Inferiores á ellos, á un kilómetro al NE. de la villa asoman concordantes las capas miocenas que se extienden hasta el barranco de Boriza (quilómetro 15 de la carretera de Novelda), donde se señala una falla que separa el sistema de las margas infracretáceas. En contacto con éstas se extienden las arcillas arenosas azuladas con yesos, á las cuales se sobreponen las molasas amarillas con fucoides, siguiendo el mioceno con calizas bastas, arcillas y gredas fosilíferas que encierran lentejones y vetillas de yeso fibroso, y terminando con arcillas y calizas toscas con profusión de ejemplares de *Ostrea crassissima*, de varias especies de *Pecten*, *Arca*, *Venus* y crustáceos. Estas calizas se prolongan á las Ventanas de Albaterra, donde se ven además restos de *Clypeaster*.

Al N. de Orihuela se prolongan las mismas capas entre Benferri y las Casas de la Murada, junto á las cuales asoman las margas entre las tierras rojas pedregosas y los travertinos cuaternarios.

En los confines de esta provincia y la de Murcia, cerca de Abanilla, el serrijón de Peña Roja, que limita por el N. los llanos de la Murada, está compuesto de calizas toscas amarillas con ostras y otros moluscos, intercalándose en las capas superiores un conglomerado poligénico en el que abundan los cantos de areniscas y calizas triásicas, trozos de cuarcitas, con otros de calizas jurásicas y granos de cuarzo. Las capas inclinan al SE., formando la rama S. de un anti-

clinal, al que corresponden á mucha mayor altura los recortados riscos de Sierra Murada, donde son muy frecuentes los trastornos estratigráficos.

La faja que se extiende al S. de Murcia y Orihuela y que se figura en el Mapa general como miocena, es en su mayor parte pliocena y se describirá en el capítulo siguiente.

#### MIOGENO LACUSTRE

En su bosquejo geológico de la Sierra Mariola, señala el Sr. Nicklés dos isotillos insignificantes del mioceno lacustre, sobrepuestos al helveciense entre Alcoy y Concentaina, y respecto de los cuales apunta muy pocos datos.

A tres kilómetros al SO. de Concentaina se halla uno en el barranco de Villanueva formado de una caliza blanca, dura y porosa que alcanza gran espesor, á la que se sobrepone, con 50 á 40 metros de potencia, otra caliza blanquecina y gris obscura en la cual abundan el *Planorbis Mantelli*, Dum., y una *Linnæa*. Entre esta caliza se hallan algunas zonas margo-bituminosas con lechos de lignito, y á ella se sobrepone unos conglomerados de cantos grandes, que tal vez sean diluviales. Las capas inclinan más de 50° con buzamiento meridional.

Al S. del anterior isotillo y más próximo á Alcoy, se encuentra otro de calizas iguales, margo-bituminosas, en el antiguo yacimiento de lignito, en el cual se recogieron hace más de medio siglo restos de *Hipparion gracile*, Kaup.; *Antilope boodon*, *Sus palæocherus*, *Rhynoceros*, *Hyænarctos* y otros mamíferos, correspondientes al mioceno superior. Radica este isotillo en el paraje llamado Gormach, al E. de la Sierra Mariola, y se halla formado en su base de unas puddingas á las que se sobrepone las margas yesíferas, entre las cuales se intercalan tres capas de lignito, con espesores comprendidos entre 0<sup>m</sup>,50 y un metro. Inclinan 40° al O., y á mediados del siglo anterior fueron objeto de diversas labores de explotación que resultaron poco fructuosas.

Más al N. de ambos isotillos, cerca del manantial de aguas sulfurosas de Benimarfull, en el barranco del Azufre, hay otros bancos de calizas margosas con trazas de lignito y abundancia de pirritas de hierro, que el Sr. Nicklés opina que pueden referirse también al mioceno superior. Encuéntanse en esos bancos frutos de coníferas y otros restos vegetales.

#### Murcia.

A pesar de la considerable extensión que el mioceno tiene en esta provincia, pocos son los datos que de él se han publicado hasta la fecha. En su voluminosa *Descripción geológico-minera*, se limitó Botella á indicar que se encuentran las dos formaciones, marina y lacustre, esta última á niveles más superiores que la primera, si bien apunta en la marina altitudes que pasan de 1000 metros en la sierra de la Pila y en varios montes de Albacete (Mugrón de Almansa, Vianos, Masegoso, Nerpio).

Aunque ya bastante antiguos, el mayor número de datos del terciario de esta provincia se encuentra en la obra de Silvertop titulada *A geological sketch of the tertiary formation in the provinces of Granada and Murcia* (1856), deduciéndose de ella que la casi totalidad del sistema es de origen marino y sólo corresponden á la formación lacustre las dos manchas que se explicarán más adelante.

#### MIOGENO MARINO

Como límite de la formación miocena marina, señala Botella las sierras de Carrascos y de la Pila, pasando desde esta por llanuras onduladas desde el puerto de la Losilla hasta la sierra cretácea de la Mala Mujer, entre los montes de Jumilla y de Calasparra, apareciendo de nuevo en su vertiente septentrional hasta una línea limitada por El Bonillo, Lesuza, San Pedro, Chinchilla é Higuera, sin más in-

terrupción que un islote lacustre que se extiende desde Iso á Socobos (Albacete).

En la mayor parte de las manchas el mioceno se compone de conglomerados en la base, areniscas y margas en la parte media, y calizas toscas fosilíferas en la parte superior.

**MANCHA PRINCIPAL.**—Las mismas capas miocenas que cruzan los términos de Crevillente, Albatera, La Murada y otros de la provincia de Alicante, se prolongan al de Albanilla, donde aquéllas inclinan pocos grados al NO.; mas á corta distancia á L. de la población, se retuercen verticales en contacto de una falla rellena por yeso rojo laminar, encajado de E. á O. Por efectos metamórficos de contacto, las calizas y margas azuladas y amarillentas infrayacentes tienen allí el aspecto de rocas de los sistemas secundarios; pero entre ellas se observa un banco de caliza tosca compacta en que abundan los trozos de ostras, de *Pecten* y de otros restos terciarios mezclados con fragmentos angulosos de diversas procedencias.

Constituida principalmente de margas gris-azuladas y cenicientas, es la achatada hoyo que se extiende entre Abanilla y Fortuna. Se intercalan algunos lechos más calcáreos que contienen ostras (*O. crassissima*, etc.) y otros restos; y también se desarrollan en la base grandes bancos de una molasa de grano basto en la que abundan los fucoides y los cantos sueltos pequeños de caliza arenosa y de cuarcita.

Entre Archena y Abarán, debajo de los conglomerados y areniscas del sistema, yacen los yesos que sobresalen en algunas colinas cerca de la rambla de Ricote, y las mismas areniscas, con caliza tosca fosilífera, se extienden entre Archena y Cieza, conteniendo en varios sitios diferentes especies de ostras y de *Pecten* (*P. dubius?*, *P. Jacobeus?*) Las mismas rocas, con margas yesíferas interpuestas, se prolongan entre El Jabalí y el valle del Segura, pasando por Alguazas y Archena, donde los estratos inclinan fuertemente al S.

Al N. de Murcia se encuentran con mucho espesor los conglomerados sobrepuestos á una arenisca que contiene muchos cantos sueltos de diversa composición, y á las margas, que en varios sitios están

cubiertas de eflorescencias de sulfato de magnesia y en las cuales abunda el yeso granudo en fajas blanquecinas, negruzcas y azuladas. La sierra de Serrete se compone en su base de caliza y areniscas inclinadas 15° al N., cubiertas por margas arcillosas fosilíferas. Estas, alternantes con pudingas, son muy yesíferas en el término de Beniaján. También cerca de Alberca abundan las masas de yeso, que se han explotado desde muy antiguo en varias canteras, presentando tajos hasta de más de 10 metros de altura. Es blanco ó ligeramente azulado, lamelar y granudo, y se retuerce en lechos contorneados, hallándose en relación, por su origen, con las diabasas que desgarran en algunos islotes las calizas infrayacentes.

En las inmediaciones del santuario de la Fuensanta, las margas yesosas y las calizas toscas se sobreponen en pequeños isleos á las rocas antiguas, y á tres quilómetros más al E., en los Algezares, se encuentran con gran espesor en mucha extensión las arcillas margosas con grandes masas de yeso blanco granular, asociado á otra de diabasa, en contacto con una brecha formada por fragmentos angulosos de ambas rocas, unidos por un cemento arcilloso.

Sobre las pizarras y calizas cristalinas de la falda meridional de la sierra de la Fuensanta, se extienden los conglomerados formados de esas dos rocas, de cuarzo y de diabasas unidos, en unos bancos por un cemento fino sabuloso, y en otros por una caliza arcillo-ferruginosa. Inclinan 30° al S., pasan gradualmente á una arenisca con algunos cantos sueltos y diferentes restos orgánicos, y á otra fino-granuda.

Al pie del puerto de las Cadenas y de la falda septentrional de la sierra de la Fuensanta, á 12 quilómetros de Murcia, se desarrollan los conglomerados y margas con yeso especular, sobre los cuales se extienden las areniscas calcáreas, deleznales, á las que siguen las duras y compactas ferruginosas, pardo-rojizas, inclinadas 15° al N., hallándose algunas señales de fósiles en ambas rocas.

El barranco que desciende del puerto de Cartagena se abre en las margas con yeso, á las que cubren las calizas toscas, amarillas, é inferiores á ellas yacen las citadas areniscas. En esas calizas abun-

dan los corales y otros fósiles, y sus capas se prolongan por el barranco de la Alberca al puerto de Columbreras.

Con restos de varias bivalvas, hay en las cercanías de Mula diversos asomos de caliza tosca y blanda, amarillenta, así como de los conglomerados de cantos pequeños y de las areniscas que se hacen rojizas en las inmediaciones del establecimiento balneario, donde se intercalan lechos sabulosos inclinados de 15 á 20° al SE. En dirección á Alcantarilla siguen á estos bancos otros margosos blanquecinos, á los que cubre una faja de ocho metros de grueso de una caliza semi-cristalina fuertemente impregnada de óxido férrico, y sobre la cual se construyó el antiguo castillo de Mula. Pasado el cerro en que este se levanta, reaparecen las margas blanquecinas muy arcillosas, á las que siguen las areniscas de colores claros, que con el mismo buzamiento solo inclinan de 10 á 15°, repitiéndose la alternancia de ambas rocas hasta la Venta Seca, situada á mitad de distancia de Mula á Murcia.

Pasada la Venta, el suelo se hace gradualmente más llano y las margas son más arenosas, conteniendo plaquitas de yeso, substancia que abunda gradualmente más hacia las inmediaciones de la aldea del Jabalí y las salinas de Alcantarilla, donde aparecen verticales ó fuertemente inclinados al S. los mismos estratos de las Cabezuelas de Totana.

Alhama está situada en la base de una colina de arenisca alternante con margas blanquecinas inclinadas 50° al N. Estas últimas predominan al N. de la población, cerca de la cual hay otros cerros como el del Castillo, formados de conglomerado, cuyos cantos de diversa naturaleza están unidos por un cemento rojo margoso fuertemente impregnado de óxidos de hierro.

Entre Alhama y Pliegos, las margas grises cenicientas se muestran por un país árido y desierto hasta llegar al pintoresco y fértil valle de Mula, donde se sobreponen á las calizas eocenas las margas sabulosas y las calizas toscas fosilíferas con varias especies de *Pecten* (*P. pleuronectes*, etc.), *Clypeaster*, fragmentos de ostras y otros restos.

Los cerros de las Cabezuelas de Totana, al N. de esta población, se componen de margas yesíferas repetidas veces alternantes con areniscas y pudingas de cantos cuarzosos y calizos unidos por un cemento silíceo. Estas capas están cubiertas al O. de Totana por una caliza tosca que contiene *Corbula revoluta*, *Calyptrea trochiformis* y otros moluscos. Por muchos sitios están aquéllas profundamente dislocadas por los yesos que se muestran muy desarrollados á dos kilómetros de la villa junto al camino de Alhama, donde se doblaron en un anticlinal las areniscas que en su parte superior son deleznales y de color amarillo claro, inclinando 25°. En la extremidad oriental de las Cabezuelas sobresalen algunos cerritos formados de caliza llena de coralarlos, la cual está cubierta por mantos diluviales hasta el pie meridional de la sierra de Espuña.

Uno de estos islotes terciarios es el de la rambla de los Molinos, situado de tres á cuatro kilómetros al NO. de Totana junto al camino de Aledo, y se compone de una caliza muy dura y compacta en la cual abundan los fragmentos de la *Ostrea crassissima*, asociada á otros restos de los géneros *Pecten*, *Oliva*, *Natica*, *Conus*, *Dentalium* y varios equinos indeterminados. Sus bancos inclinan de 70 á 80° al NO.

Al O.NO. de Totana el camino de Caravaca corta los conglomerados y las areniscas en capas inclinadas de 15 á 20° al N., intercalándose entre ellas algunos lechos de arcillas ocráceas amarillas. Las calizas superiores que coronan las cumbres de los cerros, son también muy ferruginosas y fosilíferas abundando principalmente los corales. Continuando el mismo camino, pasados unos islotes de pizarras cambrianas, quedan ocultas las pudingas de la base bajo las areniscas rojas, á las que siguen unas arenas amarillas con nodulos ferruginosos y concreciones de yeso, y después las citadas calizas. En las capas arenosas se encuentran *Pecten pleuronectes*, *P. nodosus*, *Clypeaster altus* y otros equinos, etc.

MANCHA DE JUMILLA.—Las margas miocenas están acerbilladas de islotes traquíuticos al SO. de la casa de la Celia y cerca de las Royalizas, del término de Jumilla, el más notable de los cuales es el del

criadero de fosforita que allí yace, y sobre esas margas se extienden los bancos de arenisca ó molasa blanquecina con una especie de brecha sabulosa con cantos calizos. Las mismas areniscas se prolongan al N. de Jumilla por el serrijón de la Pedrera, donde contienen varias especies de *Pecten* é inclinan de 5 á 55° al N. Más inmediatas á los confines de Albacete, por las vertientes septentrionales de dicho serrijón, parecen sobreponerse unas margas cuya posición y cuyo origen no se han deslindado todavía.

MANCHA DE LORCA.—La Serrata de Lorca, situada al N. de la ciudad, es hace tiempo famosa por sus criaderos de azufre y por los restos fósiles que encierra. Según un corte trazado por Botella <sup>(1)</sup>, en la Serrata se suceden en orden ascendente los siguientes estratos, que cruzan con unos 50° de inclinación la Peña de los Enamorados:

- 1.—Margas compactas más ó menos coherentes (núms. 18 á 20).
- 2.—Arenisca compacta.
- 5.—Arenisca de grano grueso.
- 4.—Capas sabulosas de grano fino.
- 5.—Caliza.
- 6.—Conglomerado cuarzoso con ostras y fragmentos de pizarra.
- 7.—Caliza con ostras y *Clypeaster*.
- 8.—Conglomerado con granos de cuarzo y ostras.
- 9.—Caliza con ostras.
- 10.—Arenisca dura con fósiles.
- 11.—Arcilla fosilífera.
- 12.—Caliza conchera.
- 15.—Caliza compacta.
- 14.—Arcillas en las que se intercalan tres capas de azufre (números 2 á 5 del corte de Botella), separadas de la Peña de los Enamorados por un collado que las aísla en otro cerro más bajo.
- 15.—Yesos que deben estar intimamente relacionados con los criaderos de azufre.

Entre los fósiles encontrados en estas minas, cita Botella los si-

guientes restos de peces perfectamente conservados: *Clupea elongata*, Ag.; *C. Gervaisii*; Sauv.; *Rhamphognatus Verneulli*, Sauv.; *Seriola Beaumonti*, Sauv., y una especie de *Sphyriena*.

Según otro corte (fig. 26) trazado á continuación por el mismo geólogo, junto á la fábrica de la Virgen del Mar, sobre las arcillas con cinco capas de azufre, aparecen los yesos cubiertos en la cumbre de la Serrata por un manto de conglomerado. Las capas buzan al N. 20° E.

Al O.NO. de Lorca se extienden los lechos margosos alternantes con areniscas rojizas delezuables y cubiertos por conglomerados ligeramente inclinados al NE. Siguiendo aguas arriba el rio de Lorca, suceden á esas areniscas otros lechos arcillosos y margosos, parduzcos y amarillentos, fosilíferos, así como la caliza amarillenta. Entre las especies recogidas en estas rocas, cita Silvertop *Pecten pleuronectes*, *Emarginula elegans*, *Serpula polytholmia*, y especies indeterminadas de *Ostrea*, *Venus*, *Tellina*, *Murex* y *Dentalium*. En las margas abundan las concreciones de selenita gris; las areniscas no son fosilíferas, pero en los conglomerados se encuentran la *Ostrea crassissima* y especies pequeñas de *Pecten*.

Los restos de peces fósiles abundan extraordinariamente en el mioceno de Lorca, pues según una lista inédita que hace tiempo me remitió D. Francisco Cánovas, muy ilustrado y laborioso Profesor que fué de ese Instituto, en sus minas de azufre y en otros parajes de la Serrata se han encontrado las siguientes especies: *Charcardon megalodon*, Ag.; *C. rectidens*, Ag.; *C. sulcidens*, Ag.; *C. angustidens*, Ag.; *C. lanceolatus*, Ag.; *C. productus*, Ag.; *C. semiserratus*, Ag.; *Hemipristis serra*, Ag.; *Galeus canis*, Ag.; *Oxyrhina xiphodon*, Ag.; *O. crassa*, Ag.; *O. hastalis*, Ag.; *O. Desori*, Ag.; *Lamna contortidens*, Ag.; *Pycnodus Hugii*, Ag.; *Spherodus cinctus*, Ag.; *S. lens*, Ag.; *S. truncatus*, Ag.; *Phyllopus umbonatus?*, Muust.; *Nummopaltus Urcitanus*, Cánovas; *Leuciscus papyraceus*, Ag.; *L. latiusculus*, Ag.; *Cobitis cephalotes*, Ag.; *Acanthopsis angustus*, Ag.; *Lebias cephalotes*, Ag.; *L. perpusillus*, Ag.; *Clupea latissima*, Ag.; *C. triacanthos*, Ag.; *C. tenuiradiata*, Ag.; *C. similis*, Ag.; *C. subspinosa*, Ag.; *C.*

(1) *Descr. geol.-min. de las prov. de Murcia y Albacete*, pág. 56.

*elongata*, Ag.; *C. Lorcaë*, Sauv.; *C. macrocephala?*, Ag.; *Scomber rachiurus*; *Carangopsis Eliocroce*, Ag.; *Palimphyes brevis*, Ag.; *Labridus micropterus*, Ag.; *Sphirenodus macrophthalmus*, Ag.; *Trachinopsis iberica*, Sauv.; *Trachygenis robustus*, Ag.; *Perca Concepcionis*, Ag.; *Sargus Lionii?*, Rou.; *Sargodon tomicus?*, Ag.; *S. melanodon*, Ag.; *Capitodus subtruncatus*, Münst., además de las especies citadas por Botella, y otras indeterminadas de los géneros *Aetobatis*, *Chrisophis*, *Pygeus*, etc.

MANCHA DE CARTAGENA.—La faja miocena que se extiende de E. á O. por la parte meridional del Campo de Cartagena, se compone principalmente de margas y areniscas, y es notable por el gran número de afloramientos traquíticos que desgarran sus bancos en todos sentidos, según se observa al NE. de la ciudad, junto á las casas de Isidra, en los cabezos de Beaza, Negro de la Asomada y otros inmediatos. Las areniscas son pardo-amarillentas, micáceas y blandas, y están en largos trechos cubiertas por mantos rojos diluviales; buzau al N. 20° O. en el cabezo de Isidra, inclinan de 15 á 25° al N. en la Torre Ciega y en el cabezo traquítico de la Media Legua, se tuercen con inclinación al N.NE. al pie del cabezo Negro y se desgarran en todos sentidos junto á los cerros, también traquíticos, de Roche, Agudo, Rajado, de la Tía Laura y otros inmediatos. Obsérvase en varios sitios que las traquitas se extendieron sobre las capas miocenas, aprisionando diversas fracciones de areniscas y arcillas repetidas veces alternantes.

Superiores á las areniscas yacen las calizas toscas amarillentas, en las cuales abundan los restos de moluscos, equinos y varios rizópodos, entre ellos *Lingulina costata*, Orb.; *Dentalina elegans*, Orb., y *Amphistegina Haueri*, Orb.

A poco más de tres kilómetros al E. de Cartagena, inclinadas 22° al N., se encuentran capas de arenisca arcillosa, micácea, blanda y rojiza, que cerca de Alumbres pasa á un conglomerado por los muchos cantos y granos desiguales de caliza azulada oscura que entran en su masa. Se ven en aquélla algunos fragmentos de moluscos.

Areniscas amarillentas, muy deleznales, sobresalen también en un cerrito á dos kilómetros al N. de Cartagena, que se hacen más tenaces en Los Molinos, donde contienen hojuelas de mica blanca y cantos de caliza. Se dividen en capas inclinadas 50° al N. y se prolongan más al E. hacia el cerro de Los Alumbres, encerrando en este punto gran número de ramas de fucoides.

A ocho kilómetros al O.NO. de Cartagena se hallan abiertas las canteras antiguas en una caliza tosca amarillenta, con tajos de más de 50 metros de altura, apoyada esa roca sobre arenisca blanda calcárea en la que abundan los tallos de *Chondrites*. Las calizas sabulosas superiores, inclinadas 25° al N., son muy ricas en fósiles, hallándose multitud de coralaris, *Clypeaster*, *Schizaster* y otros equinos, *Terebratula ampulla*, *Pecten burdigalensis*, *P. pleuronectes*, *Balanus*, etc. Las mismas capas deben extenderse por todo el llano del Campo de Cartagena, pero cubiertas por masas rojizas diluviales, y señalándose en ellas un sinclinal, pues al pie de las sierras de Carrascoy y de la Fuensanta el buzamiento de los conglomerados y areniscas miocenos es de 15 á 20° al S.

MANCHA DE MAZARRÓN.—Es de idéntica composición á la de Cartagena, y también como esta se halla acribillada de gran número de islotes traquíticos que desarreglaron y levantaron mucho sus capas, principalmente en las vertientes occidentales de la sierra estratocristalina del Algarrobo. Las margas miocenas se descubren principalmente por ambos lados de la rambla Ancha; y las areniscas, que son amarillentas y fosilíferas, se sobreponen á aquéllas al SE. de la villa entre la sierra del Algarrobo y el mar.

#### MIOCENO LACUSTRE

Al lacustre deben pertenecer las manchas miocenas que hay al S. de Cehgín y Caravaca, pues según observaciones del Sr. Jiménez de Cisneros, en unas excavaciones inmediatas al cementerio de Caravaca se encontraron fragmentos de *Mastodonte* (*M. angustidens?*),

envueltos en un limo cuaternario, procedente del desgaste de rocas miocenas de la localidad.

La mancha que se extiende al N. y NO. de Cieza debe ser, al menos en parte, de origen de agua dulce, á juzgar por las observaciones ya antiguas de Silvertop <sup>(1)</sup>. En esta mancha, sobre arcillas azuladas oscuras, yacen margas arcillosas, parduzcas, con lechos discontinuos de guijo, y las cuales miden unos 10 metros de grueso, y á ellas se superponen otras capas de arena con guijarrillos, en unos cuatro á seis metros de espesor. En la rambla Amarga, á unos 20 quilómetros al NO. de Cieza, los huecos de una arcilla hojosa y pizarrea se hallan tapizados de filamentos de alumbre de pluma, blanco y sedoso, y cerca de allí, á poco más de un metro por bajo de la tierra vegetal, yace una arena cuarzoza que encierra pequeños lentejones de un lignito pardo en el cual se notan las fibras del tejido vegetal. Con ellos se asocian algunas concreciones cilindricas de succino que fácilmente se reduce á polvo ó fragmentos diminutos. Yace esa arena carbonifera sobre una arenisca roja ferruginosa que en las márgenes de la rambla está recortada con variadas y caprichosas figuras.

También es de origen lacustre la mancha terciaria que del extremo septentrional de esta provincia se extiende ramificada entre otras secundarias por la inmediata de la de Albacete. Dentro ya de ésta <sup>(2)</sup> ofrece particular interés en las inmediaciones de la unión de los ríos Mundo y Segura, donde radican las minas de azufre de Hellín, que serán descritas en uno de los siguientes capítulos. La formación terciaria se compone allí casi enteramente de margas blancas muy calcáreas, que toman generalmente el aspecto de una creta foliácea ú hojosa, subdividida en lechos de 5 á 50 centímetros de espesor. Algunos de estos son muy compactos y hasta toman el aspecto de una porcelanita; en otros se incluyen nódulos silíceos de semi-ópalo ó de pedernal, y alternan entre otros, á modo de tablas ligeras, otros mu-

(1) *A geological sketch*, etc., pág. 219.

(2) Este párrafo y los siguientes fueron separados, por olvido, del artículo anterior, donde debieron haberse incluido.

cho más delgados de una especie de tripoli bituminoso, en el cual se ven á simple vista muchos fragmentos de vegetales pequeños, diatomeas y otros restos. Entre éstos son notables los conos ó piñas convertidos en margas blancas, probablemente pertenecientes á una especie que vive en Tenerife y la Gran Canaria (*Pinus canariensis*), impresiones de peces pequeños y de insectos que recogió Silvertop. Uno de estos insectos, parecido á un mosquito, fué hallado en una lámina transparente de selenita. El yeso fibroso y el tabular y el sulfato de estronciana, acompañan á los mantos de azufre del criadero.

Los estratos, generalmente horizontales ó poco inclinados, ofrecen en los grandes desmontes de las minas algunos desarreglos estratigráficos, probablemente producidos en la época más reciente en que se formó el azufre.

## ARTÍCULO V

### REGIÓN MERIDIONAL

Con excepción de algunos islillos de origen lacustre que se han descubierto en las provincias de Granada y Málaga, el mioceno de Andalucía es de formación marina; mas se debe advertir, ante todo, que en el Mapa general figura con mucha mayor extensión que la que tiene realmente, pues con él se ha confundido el sistema plioceno, al cual no se ha dado su verdadera importancia. Esta confusión fué motivada por varios motivos: 1.º, por el mucho parecido, casi identidad, en la composición de sus bancos; 2.º, por la falta de restos fósiles en muchos de éstos; y 3.º, por la excesiva rapidez con que efectuamos nuestras primeras investigaciones en las provincias muy poco estudiadas hasta la fecha; excesiva rapidez motivada por la necesidad de obtener, cuanto antes, el primer Mapa general de conjunto de toda la Península que se dió, hace tiempo, bajo la dirección de D. Manuel Fernández de Castro.

Varias manchas que con el tiempo se incluirán en el oligoceno, han sido también comprendidas en el mioceno; de donde resulta, en definitiva, que á este último se han adjudicado, en exceso, varios centenares de kilómetros cuadrados de extensión que no le corresponden.

#### ENUMERACIÓN DE LAS MANCHAS

**MANCHA DE HUERCAL-OVERA.**—Unos 16 kilómetros cuadrados en la provincia de Murcia y 316 en la de Almería, mide la mancha miocena que está limitada al N. por una fajita aluvial que la separa del cambriano, con el cual tiene también algunos puntos de contacto; al E. por el cuaternario y el plioceno; al S. por este último y más aún por el estrato-cristalino, acompañado de manchitas triásicas, y al O. por los tres últimos sistemas mencionados. En su extremo SE. se halla edificado Huercal-Overa, avanzando por O. hasta cerca de Purchena.

**OTRAS MANCHAS DE LA PROVINCIA DE ALMERÍA.**—Pasada una manchita pliocena, reaparecen al SE. de la faja de Huercal-Overa las mismas capas miocenas en una mancha que entre Purchena y Lúcar está encajada en el estrato-cristalino, ocultándose á P. bajo otra pliocena. Sobrepuestas por el N. al estrato-cristalino y también limitadas por el plioceno en los otros rumbos, hay otras dos miocenas: una al O. de Vera y Cuevas de Vera, entre el río de Antas y el Almanzora; otra al NE. de Sorbas, sobre la izquierda del río de Aguas. Las tres manchas suman 316 kilómetros cuadrados.

**ISLOTILLO DE HUELMA.**—Diez kilómetros cuadrados en la provincia de Jaén y poco más de dos en la de Granada, ocupa el islote que encaja entre el jurásico al S. de Huelma, terminando en el infracretáceo su remate meridional, no lejos de Montejicar.

**OTRAS MANCHAS GRANADINAS.**—Gran número de otras manchitas miocenas encajan en diversas formaciones de la provincia de Granada, sumando en junto 295 kilómetros cuadrados. Las dos mayores se apoyan al S. de la capital sobre las estribaciones occidentales de

Sierra Nevada: una en Zúbia, limitada al E. por el trias y oculta en los otros rumbos por el plioceno y el diluvial; y otra comprendida entre Cozvíjar y Tablate, limitada al E. por el trias, al S. por el cambriano, al O. por el estrato-cristalino y el plioceno, y al N. por este último y el diluvial. Al NE. de Granada asoma un islote entre el diluvial, otro entre éste y el trias cerca de Huétor-Santillán, y otro entre el diluvial, el trias y el jurásico entre Peligros y Alfácar. Envueltos por el plioceno hay dos islotes en Alhama y otro al SO. de Escuzar. Entre el jurásico, el lias, el aluvial y el eoceno, hay otro á mitad de distancia entre Archidona y Loja; al NO. de esta ciudad hay otros tres enclavados en el trias; al S. de Montefrío asoma otro en el infracretáceo, en el cual se incluyen otros dos al pie del Calar de las Huebras, en los confines de esta provincia con las de Jaén y Albacete. Cercados por el jurásico hay dos al N. de Luciones y uno al S. de Campotejar, y se hallan envueltos por el diluvial otro islote entre Caparucena y Daifontes, y otros tres al E. de Alicún de Ortega, cerca del río Guadix, en los confines de Jaén.

**GRAN FAJA TERCIARIA DEL GUADALQUIVIR.**—No baja de 8616 kilómetros cuadrados la extensión de la gran faja del valle del Guadalquivir, que se figura como miocena en el Mapa general, correspondiendo 2587 á Jaén, 2051 á Córdoba, 3044 á Sevilla y 934 á Cádiz; pero en ella se engloban diversas fracciones del plioceno, que en las dos primeras provincias no se han deslindado. Esta gran faja está superficialmente segmentada en tres fracciones por el cuaternario, que también la oculta en muchos parajes no señalados en el Mapa. La primera fracción comienza por un apéndice al SO. entre Sanlúcar de Barrameda y Jerez, limitada al E. por el plioceno, en los demás rumbos por el cuaternario, acompañada al S. por un islote eoceno entre el Puerto de Santa María y Jerez, donde se une por un istmo con el resto, el cual se halla en contacto por el O. con el plioceno entre Jerez y Cabezas de San Juan, donde toca al cuaternario para volver á su unión con el plioceno desde el mismo término hasta el Viso del Alcor, á partir del cual rematan los aluviones del Guadalquivir sus linderos de P. El diluvial la limita por el N. alrededor



de Carmona, y entre esta ciudad y la Puebla de Cazalla, los extensos aluviones del río Corbones la ocultan por sus contornos orientales, que continúan muy sinuosos y profundamente recortados entre el triásico por los términos de Morón, El Coronil y Montellano, con el acompañamiento de varias manchas cuaternarias y jurásicas que sería difuso enumerar. Desde cerca de Montellano hasta las inmediaciones de la Cartuja de Jerez una gran mancha eocena completa sus linderos orientales.

La segunda fracción de la gran faja miocena del Guadalquivir se acerca á este río por el N. en La Campana y Cañadarrosal; avanza por el S. hasta Puebla de Cazalla, Osuna y El Rubio, por cuyo rumbo la limita el eoceno, ocultándose en los restantes debajo del cuaternario.

Las masas aluviales y diluviales del Genil y del Guadalquivir separan la segunda fracción de la tercera, cuyos confines septentrionales se alejan poco de las márgenes del segundo, hallándose en contacto con el cambriano entre Posadas y Villafranca de Córdoba, con el siluriano entre esta última y Montoro, donde se interpone un islote triásico, pasado el cual reaparece su contacto con el cambriano en Marmolejo; el mismo sistema, con otras manchas triásicas y diluviales en Audújar, toca al granito en Zocueta, de nuevo al cambriano al O. de Bailén, y en La Carolina, con la interposición de una faja triásica entre ambos pueblos, y á partir del último, completa el trias sus linderos septentrionales, acompañado de varios islotes cambrianos en Vilches y Linares, donde también rodea un islote granítico. Los límites meridionales de esta fracción avanzan hasta el eoceno entre Aguilar y Torrequebradilla, donde se interpone un islote triásico, pasado el cual el infracretáceo termina sus linderos hasta el extremo NE. de la faja á orillas del Guadalquivir, al S. de Beas de Segura.

Córdoba, Arcos de la Frontera, Utrera, Carmona, Marchena, Osuna, Aguilar, Montilla, La Rambla, Bujalance, La Carolina, Baeza, Ubeda, Villacarrillo y un centenar más de poblaciones andaluzas están edificadas en esta gran faja, que bien merece ser estudiada muy detenidamente.

**OTRAS MANCHITAS DE LA PROVINCIA DE JAÉN.**—Chiclana está edificado en un islote limitado al N. por el cambriano de Montizón y rodeado por el trias en los otros rumbos. Enclavado también en este último sistema, hay otro islote en Beas de Segura. Alcalá la Real se halla hacia el centro de otra mancha limitada al O. por el infracretáceo, al S. por el eoceno, al E. por el trias y al N. por el jurásico, entre el cual y el eoceno hay otro islote mioceno anejo al N. de Castillo de Locubín. Al otro lado del Guadalquivir, al N. de Marmolejo, se ve otro islote comprendido al E. y al O. entre el trias, al N. y S. entre el cambriano. La extensión de estos islotes llega á 405 kilómetros cuadrados.

**OTROS ISLOTES CORDOBESES.**—Como restos dispersos que prueban la mayor extensión que en otro tiempo tuvo la gran faja miocena del Guadalquivir, á grandes alturas sobre la derecha de este quedan enclavadas en el cambriano cinco manchitas en las inmediaciones de Hornachuelos y otra al N. de Posadas; y frente á Palma se ve otra comprendida en el estrato-cristalino por el O., en el siluriano por el N. y el E., y en el cuaternario por el S.

En la parte meridional de la misma provincia hay un islote al S. de Rute, limitado al N. por el infracretáceo, al O. por el trias y en los otros rumbos por el eoceno. Otro islote se ve enclavado en el jurásico al NE. de Cabra, y otro está envuelto por el eoceno en Fuente Tójar.

Todos estos islotes alcanzan 71 kilómetros cuadrados de extensión.

**MANCHA DE FUENTE DE PIEDRA.**—De contornos sumamente irregulares, envolviendo á su vez varios islotes jurásicos, es la mancha en la cual se contiene la laguna de Fuente Piedra. Por el N. la limita el eoceno desde La Roda hasta cerca de Cuevas Bajas; el mismo eoceno, con una manchita aluvial y otra jurásica, la limitan al NE., completando sus linderos orientales otra gran mancha aluvial de la sierra del Humilladero, con la cual siguen los confines meridionales que terminan con la faja triásica de Antequera. Sus linderos occidentales son sumamente variados, irregulares y sinuosos, pues em-

piezan al NO. con el islote infracretáceo de La Roda; siguen con la fajita jurásica de la sierra de los Caballos, con los aluviones de sierra de Yeguas, y terminan en las grandes manchas triásica y eocena que tienen sus remates en la citada laguna al NE. de Campillos. Corresponden de esta mancha 27 kilómetros cuadrados á la provincia de Sevilla y 290 á la de Málaga.

**MANCHA DE RONDA.**—Ronda se halla edificada en el extremo meridional de una mancha que se prolonga al NO. en una fajita, la cual se intercala entre el jurásico hasta las márgenes del Guadalete entre Algodonales y Zahara. Linda la mancha al O. con el eoceno, al S. con este último y el liás, y en los otros rumbos con el jurásico, comprendiendo 129 kilómetros cuadrados en la provincia de Málaga y 82 en la de Cádiz.

**OTRAS MANCHAS MALAGUEÑAS.**—Enclavado en el triás hay un islote al O. de Antequera, edificada en otro mayor, limitado al S. por el triás y envuelto por aluviones en los otros rumbos; otro, limitado al O. por el aluvial y el jurásico y en los otros rumbos por el eoceno, se halla en Almargén; entre Peñarrubia y Alora se intercalan en el eoceno y el jurásico otros tres; envuelto por el siluriano, hay otro al S. del estrecho de los Gaitanes; entre el siluriano y el eoceno se comprende otro al NO. de Alora, y tocando al mar por el S. asoman otros dos en la fajita pliocena de Marbella y Estepona. La extensión de estos islotes es de 55 kilómetros cuadrados.

**OTRAS MANCHAS GADITANAS.**—Dos manchas incompleta y defectuosamente señaladas hay además en la provincia de Cádiz: una está enclavada en el eoceno en Casasviejas, y otra forma una faja sinuosa que cruza por Chiclana, limitada al O. por el plioceno y en el rumbo opuesto por el eoceno. Miden las dos 56 kilómetros cuadrados.

**FAJITA DE AZNALCOLLAR.**—Unos 50 kilómetros cuadrados en la provincia de Huelva y 20 en la de Sevilla, mide de extensión una fajita limitada al N. y al O. por el siluriano y cubierta al S. por el plioceno.

**OTRAS MANCHAS SEVILLANAS.**—Entre el río Blanco y el Genil al N. de Estepa, se figura una mancha rectangular limitada al S. por el

eoceno y en los otros rumbos por el cuaternario. Por el opuesto lado de la provincia, al pie de Sierra Morena, hay otros grupos de islotes miocenos, que lo mismo que los cordobeses, situados más al E., acreditan la mayor extensión á que llegó el mioceno sobre la derecha del Guadalquivir. Limitados al N. por el siluriano y al S. por el plioceno, hay un islote en Aznalcollar y otro al NO. de Guillena, quedando enclavados en el siluriano otros dos entre Gerena y El Garrobo. Entre Burguillos y Alcolea limita el cuaternario una fajita que comienza al O. de Burguillos y termina entre Alcolea y Lora, limitada por formaciones hipogénicas hasta Cantillana, por el triás entre Cantillana y Villanueva del Río, en cuyo término toca además un islote siluriano y otro hullero, terminando al NE. entre el estrato cristalino y el diluvial. También entre estos dos sistemas se intercala otra fajita que comienza á P. de Lora del Río y llega hasta Peñaflo, al N. de cuyo pueblo hay otra fajita menor entre los mismos sistemas, y otro islote rodeado del estrato cristalino. Envueltos por el siluriano hay siete islotes en el término de La Puebla de los Infantes, uno en el cambriano de Constantina, y otra fajita entre ambos sistemas y el granito al SE. del Pedroso. Todas estas manchitas suman unos 200 kilómetros cuadrados de extensión.

**OTRAS MANCHAS ONUBENSES.**—Limitada al N. por el siluriano y al S. por el plioceno, hay una fajita alineada de E. á O. al N. de la Palma; enclavados en el siluriano hay más al N. otros seis islotes; otros dos asoman entre el plioceno en el remate occidental de la misma fajita, y otros tres se ven también entre el plioceno, tocando parcialmente al culm en las inmediaciones de Niebla. Suman estas manchitas 50 kilómetros cuadrados de extensión.

## DATOS LOCALES

**Almería.**

A juzgar por las observaciones efectuadas hasta la fecha, el sistema plioceno tiene en esta provincia mucho mayor desarrollo superficial que el mioceno, del cual sólo aparecen varias manchas por la parte septentrional y oriental de la misma.

**FAJA DE HUERCAL-OVERA.**—La principal mancha miocena de Almería es la que comienza en los confines de Murcia y avanza a P. hasta Lijar y Partaloa, cruzando al NO. de Huerca-Overa. Casi por todas partes sus capas yacen horizontales y, según el Sr. Cortázar <sup>(1)</sup>, el sistema se halla constituido con gran uniformidad, advirtiendo que las corrientes de agua que arrastraron y acumularon sus materiales, iban, con el tiempo, aumentando en fuerza de impulsión, pues a la sedimentación de las arcillas y margas sucedió la de los maciños, y a éstos las de las gonfolitas, que todos ellos componen sus niveles sucesivos.

Al S. de Partaloa se suceden los siguientes, en orden ascendente, con un espesor total de 60 metros:

- 1.—Margas fosilíferas con abundantes eflorescencias salinas.
- 2.—Maciño en bancos de un metro de grueso separados por lechos de arcillas rojas de 10 centímetros. Con el tramo anterior suma 50 metros de potencia.
- 3.—Maciños de grano fino, gris-amarillentos = 12 metros.
- 4.—Gonfolitas de cantos gruesos procedentes de formaciones metamórficas de las inmediaciones, y compuestos de bancos de más de dos metros de grueso.

En el cortijo de la Zorra y otros puntos de las inmediaciones de Albox, se suceden los siguientes estratos:

(1) *Reseña física y geológica de la región N. de la provincia de Almería. Bol. Mapa geol. de España*, tomo II, pág. 195.

1.—Arcillas yesosas, gris-azuladas, que pasan de 25 metros de espesor.

2.—Margas blanquecinas micáceas, con muchos ejemplares de *Ostrea crassissima*, Lam.

5.—Maciños amarillentos y gonfolitas, que suman más de 30 metros de grueso y entre cuyos bancos se hallan también ostras de gran tamaño.

En el cerro de la Loma, a L. del Chorrador, en término de Huerca-Overa, alcanzan hasta 225 metros de potencia las capas miocenas, que se suceden con este orden:

- 1.—Margas rojas y azules que miden unos 100 metros de espesor, y contienen cristalillos y venas fibrosas de yeso, con eflorescencias salinas.
- 2.—Margas más yesíferas que componen cinco metros de grueso.
- 5.—Arcillas azuladas y blanquecinas con lechos interpuestos de maciños amarillentos, muy deleznable, de 20 centímetros de grueso. El espesor total de este tramo es de 20 metros, y si bien yacen generalmente horizontales, en sitios pasan de 20° de inclinación, arrumbados al N. 20° O.

4.—Maciños fosilíferos de color gris, cubiertos por gonfolitas y de caracteres excelentes como piedra de construcción.

Entre las especies recogidas por el Sr. Cortázar en el barranco del Chorrador, se cuentan las siguientes: *Astræa Corsica*, Orb.; *Clypeaster ambigenus*, Blain.; *C. ægyptiacus*, Wright; *C. acuminatus*, Desor.; *C. altus*, Lam.; *C. Reidii*, Wright; *Ostrea crassissima*, Lam.; *Conus Aldobrandi*, Broc.; *Cypræa elongata*?, Broc., y pinzas de *Hoplaria*.

El extremo SO. de esta mancha está representado como un islote aislado en el Mapa geológico que acompaña a la Memoria de Monreal <sup>(1)</sup>, el cual describe su composición geológica del modo siguiente, en vista de los cortes naturales producidos en el término de Albanchez por

(1) *Apuntes físico-geológicos referentes a la zona central de la provincia de Almería. Bol. Mapa geol.*, tomo V, lámina C.

las aguas que abrieron las ramblas de Lijar, Valencianos y Aceituno.

Asoman en la base las arcillas ferruginosas en lechos delgados y arqueados ú ondulados, con ligero buzamiento convergente hacia el centro del valle. Se sobreponen á ellos unas areniscas micáceas blanquecinas, de grano muy fino, y entre las cuales se intercalan algunas capas de lignito, que merecerían explotarse, en opinión de dicho Monreal; y se sobreponen á ellas unos conglomerados compuestos de cantos de calizas marmóreas, de cuarcitas, y más que de estas, de pizarras micáceas ó micacitas como las de la sierra de Filabres.

Estos conglomerados al E. de Albanchez, y en la extensión de unos dos quilómetros cuadrados próximamente, se han desagregado y esparcido por el campo en grandes peñascos colocados de manera que, vistos de lejos, parecen grupos ó manzanas de casas de un lugar habitado.

**MANCHA DE PURCHENA.**—Al N.NE. de Purchena, el cerro de la Atalaya es uno de los parajes donde se muestra más completo el sistema, compuesto de estos tres grupos:

1.º—Arcillas azules de la base.

2.º—Conglomerado calizo compuesto de varias capas formadas de cantos de distintos tamaños, algunas de fragmentos tan menudos que pasan á maciños.

3.º—Caliza tosca blanco amarillenta en bancos que inclinan, como los anteriores, 10º al NO.

En el paraje llamado La Armina, del mismo término, falta la caliza, los conglomerados se hacen menos silíceos y de elementos más uniformes, y se apoyan sobre areniscas que buzán con 25º al O.

En el término de Somontín el sistema está únicamente representado por bancos gruesos de areniscas blanquecinas inclinados al SE., y que en algunos picachos situados al E. del pueblo están parcialmente cubiertos por restos del conglomerado. Sobre este último se halla edificado Somontín, en torno del cual abundan principalmente las calizas toscas tobáceas.

Al E. de Serón se muestran con gran espesor las calizas blancas, oolíticas, que, por sus excelentes cualidades, se explotán en grande es-

cala para las construcciones. Se apoyan directamente sobre las margas ó arcillas azules, faltando los conglomerados; pero en el barranco del Pozo y otros parajes del mismo término faltan las calizas, y apoyados sobre areniscas grises se extienden los conglomerados, compuestos de cantos redondos de caliza, de pizarra micácea y de cuarcita, alternantes en capas horizontales con las citadas arcillas, en las cuales abundan los ejemplares de *Ostrea crassissima*, Lam., y otras especies de gran tamaño del mismo género.

**MANCHITA DE VERA.**—La manchita que se extiende al NO. de Vera por el valle de la Bayagona hasta cerca de la ermita de San Miguel, á P. de Cuevas, se compone en la base de una arenisca dura, de grano fino, excelente piedra de construcción, á las que siguen unas molasas blanquecinas y deleznable en bancos horizontales que contienen *Clypeaster*, la *Ostrea crassissima* y otros fósiles. En el término de Cuevas se encontraron en ellos huesos y vértebras de gran tamaño que debieron corresponder á un cetáceo. Coronan la serie los conglomerados, compuestos de cantos calizos y cuarzosos, análogos á los ya citados.

**MANCHITA DE SORBAS.**—La manchita que se extiende por el valle de La Mela, entre Sorbas y Lubrín, se compone de molasas y margas pardas, fosilíferas, inclinadas 15º al S., á las que se sobreponen igualmente los mencionados conglomerados.

## Granada.

Aunque todavía no se ha llegado á una descripción definitiva del mioceno de esta provincia, se hicieron muchas observaciones parciales por Silvertop <sup>(1)</sup>, Verneuil y Collomb <sup>(2)</sup>, Drasche <sup>(3)</sup>, y los señores

(1) *Geological sketch of the tertiary formation in the provinces of Granada and Murcia*: London, 1836.—*On the lacustrine bassins of Baza and Alhama*, etc. *Proc. geol. Soc. of London*, vol. I: 1834.

(2) *Coup d'œil sur la constitution géologique de quelques provinces de l'Espagne*. *Bull. Soc. géol. France*, segunda serie, tomo X: 1853.

(3) *Geologische Skizze des Hochgebirgsteiles der Sierra Nevada in Spanien*. *Jahrb. K. K. geol. Reichsanstalt*: 1879.

Gonzalo Tarín <sup>(1)</sup>, Bertrand y Kilian <sup>(2)</sup>, Taramelli y Mercalli <sup>(3)</sup>, Douvillé <sup>(4)</sup> y otros.

De ellas resulta que el sistema comenzó por depósitos marinos, á los cuales sucedieron otros lacustres, repitiéndose después otra serie de capas de calizas marinas con que aquél termina. Esta alternación de sedimentos de distinto origen demuestra que en la época miocena ocurrieron diversos movimientos de intermitencia, terminando esta edad de una manera súbita y violenta, cambiando la posición de las capas, que fueron plegadas y desgarradas en varios sentidos.

En el Mapa general se ha reducido mucho la extensión de este sistema, asignándose, en cambio, al plioceno una extensión mucho mayor que la que le corresponde.

La base del sistema no aparece en esta provincia ni en las inmediatas, pues á los depósitos eocenos siguió un período de emergencia, y las aguas del mar no volvieron á invadir la región hasta la edad miocena media. Con razón observaron Verneuil y Collomb que Sierra Nevada emergió en el mioceno, puesto que, si bien las hileras de esta edad se hallan á bastante altura sobre la vertiente septentrional de la cordillera Bética, faltan por completo en la del S., por donde el plioceno descansa directamente sobre el eoceno. En la época en que la molasa helvética se sedimentó, el mar no cubría esas porciones del suelo, y no se abrió el estrecho de Gibraltar hasta el comienzo del plioceno. En vez del estrecho actual, diversos isleos de molasa, desmantelados y espaciados al N. de la cordillera Bética, demuestran que durante la edad helvética existía una comunicación entre el Mediterráneo y el Atlántico, mediante un estrecho que limitaban por el N. la Sierra Morena y por el S. la Sierra Nevada, con sus prolongaciones hacia L. y P. A esos depósitos marinos sucedie-

(1) *Reseña fis. y geol. de la prov. de Granada. Bol. Mapa geol. de España*, tomo VIII, pág. 78: 1881.

(2) *Études sur les terrains secondaires et tertiaires dans les provinces de Grenade et de Malaga*: París, 1889.

(3) *I terremoti Andalussi. R. Accad. dei Lincei*: Roma, 1866.

(4) *Études géologiques des préalpes subbétiques*: París, 1906.

ron, cerca de Granada, formaciones primero litorales y detríticas y después salobres, terminando por fin el mioceno con otra lacustre. Tres grandes discordancias estratigráficas se observan en relación con las hileras miocenas: la primera precedió á la formación de la molasa, que descansa indiferentemente, ya sobre terrenos secundarios ó primarios, ya sobre el numulítico; la segunda, posterior á la molasa, separa á ésta de la tortonés, y la tercera corresponde al principio de la época pliocena. El mioceno medio está representado por el tramo helvético, y el mioceno superior por los tramos tortonés, sarmático y mesinense.

#### MIOCENO MARINO

Molasas y calizas toscas arcillo-sabulosas, casi siempre muy fósilíferas, y conglomerados ó gonfolitas con intercalaciones irregulares y discontinuas de margas y arcillas, componen el sistema, lo mismo que en las provincias limítrofes. Los conglomerados adquieren extraordinario desarrollo, sobre todo por el valle del Genil, en las vertientes occidentales de Sierra Nevada, que son las primeras que vamos á examinar.

MANCHAS DE LA VEGA DE GRANADA.—Al S. del Genil es donde mejor caracterizado se ofrece el tramo medio del sistema y donde mejor se ve su relación con el mioceno lacustre.

Ya hace mucho tiempo que al pie de las estribaciones occidentales de Sierra Nevada, entre Dilar y Monachil, observó Silvertop unas capas sabulosas de 19 metros de grueso, en las que halló *Cardita squamosa*, *Dentalium Bouei*, *Turritella subangulata*, fragmentos de *Pecten*, un *Cariophyllia* y otros varios restos de moluscos y corales. Terminan los bancos por el N. á unos tres kilómetros del cortijo de Guanes, situado á orillas del Monachil, á cerca de 1000 metros de altura sobre el nivel del mar.

Al E. y NE. de Granada alcanza considerables alturas la molasa terciaria, apoyada generalmente sobre el trias en las vertientes de Sierra Nevada. En Pinos Genil contiene *Ostrea Velaini*, *Pecten* cf.

*subbenedictus* y *Echinolampas* cf. *scutiformis*, Leske, y más al N., en el valle de Aguas Blanquillas cerca de Quéntar, la misma molasa contiene además *Lithothamnium*, cubriendo otros bancos de caliza lacustre que se intercala entre margas grises con yeso fibroso en plaquitas. Este yeso, lo mismo que el de El Padrón cerca de Loja, pertenece á un tramo distinto que el de Escúzar. Los bancos de molasa se desgajaron y derrumbaron en muchos sitios, resbalando sobre las margas grandes peñones que llegaron hasta Quéntar.

En el sitio llamado El Caracolar, término de Viznar, hay otro islote de molasa con varias especies de *Ostrea* y de *Pecten* de grandes dimensiones.

En las cercanías de Cenes de la Vega, subiendo la cuesta del Genil, entre los mantos horizontales de las pudingas de la Alhambra, asoman bancos de conglomerado inclinados al N.NE., compuestos de guijos y cantos desiguales, algunos de más de un metro cúbico, más ó menos redondeados y formados de cuarzo, pizarras micáceas y granatíferas, serpentina con trozos de caliza. Están embutidos en un cemento en sitios margoso, ya arenoso micáceo, ya arcilloso; y este cemento en ciertos puntos disminuye tanto, que parece la roca una masa confusa de escombros revueltos; mas por algunos lechos de margas interpuestos, se señala la marcha y la disposición de los estratos. Por otros parajes predomina tanto el cemento, que pasan á una margas con cantos de forma más prolongada, dispuestos paralelamente á las caras de junta, como se observa por bajo de la venta de Güéjar, donde contienen restos de ostras pequeñas, de *Pecten*, *Cardium*, *Tellina*, algunos briozoos, radiolas de equinos y otros fósiles.

Según las observaciones de Drasche, se sobreponen al triás varios islotes miocenos más al E. de Pinos Genil y de Quéntar, en el término de Güéjar Sierra, los cuales son restos de una mancha más extensa en otro tiempo y que todavía no han sido derrubados por los grandes arrastres del Genil. Con buzamiento al NO. yace en grandes bancos la gonfolita junto al camino de los Neveros, donde se ven restos de caliza con *Pecten* y *Tellina*. El límite entre ambas rocas se marca por encima de Güéjar desde la fuente de la Vi-

bora, por la gran hondonada á la que cruza el camino de Quéntar.

Al N. del Genil se distingue en Dúdar un banco muy sabuloso de cuatro metros de grueso, que continúa hasta Quéntar, donde desaparecen por completo las guijas, y los estratos son en parte calizos, en parte silíceos. Más al N. todavía, entre Cenes y Aguas Blanquillas, los gruesos bancos de gonfolita inclinan 15° al N.NO., y contienen también cantos muy voluminosos con intercalaciones arcillosas y arenosas de color gris.

La molasa helvética aparece en Quéntar con las margas yesosas de la base del mioceno medio, y marchando desde allí hacia Granada por los desmontes del canal que condujo las aguas á las explotaciones auríferas, después de seguir por algún trecho las

margas con yeso, se cruza dicha molasa inclinada al SO., llegando á unas capas discordantes con la molasa *M* (fig. 80), en las cuales se reconoce la alternancia de unos conglomerados *B*, en que

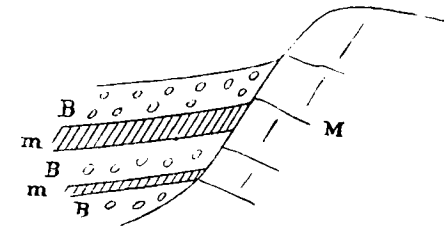


Fig. 80.—Corte al N. de Quéntar, según los Sres. Bertrand y Kilian.

se ven trozos de *Pecten* con unas margas azules *m*, que contienen *Pecten bollonensis*, May.; *P. (Pleuronectia) cristatus*, Broc.; *Nucula placentina*, Lam.; *Arca diluvii*, Lam.; *Ancillaria neglecta*, Broc.; *Chenopus pesgraculi*, Bronn.; *Terebra fuscata*, Broc.; *Conus* cf. *demisus*, Ph.; *Natica millepunctata*, Lam.; *Dentalium Bouei*, Desh.; *D. sexangulare*, Lam., var. B; *D. cf. inaequale*, Bronn.; dientes de *Odontaspis contortidens*, Ag.; *Ceratotrochus multispinosus*, Misch., y otros coralaros. Algunas de esas margas son argentíferas, y esta formación alcanza la altitud de 950 metros hasta ocultarse debajo de unos mantos de limo con cantos angulosos, en los cuales se halla la *Ostrea lamellosa*.

La misma discordancia entre el mioceno medio y el superior se observa en los valles altos del Genil y de Aguas Blancas, pues entre

Quéntar y Dúdar los distintos tramos del sistema se suceden como señala la figura 81.

X.—Caliza negruzca triásica.

1.—Margas con yeso.

1'.—Caliza lacustre.

2.—Molasa con *Pecten*, briozoos, etc.

5.—Margas tortonenses sabulosas, con *Dentalium Bouei*.

5'.—Conglomerados (*blockformation*) alternantes con esas margas.

Según hacen notar los Sres. Bertrand y Kilian, en esas margas no se encuentra ninguna especie que sea francamente pliocena, si bien

Aguas Blanquillas.

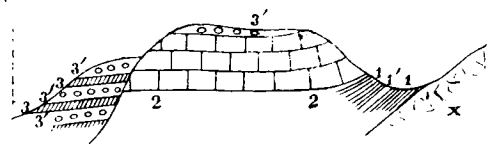


Fig. 81.—Corte entre Quéntar y Dúdar, según los Sres. Bertrand y Kilian.

reconocen que muchas de sus formas suben en otras regiones hasta esta edad. Por mi parte, sospecho que tienen mucha analogía esas margas y su fauna con las arcillas decididamente pliocenas de los tejares de Málaga.

Los mismos geólogos refieren al tramo tortonés las formaciones llamadas por Drasche *Guadixformation* y *Alhambraconglomerat*, que sólo se distinguen de su *blockformation* por el tamaño más pequeño de sus cantos y su diferente procedencia, si bien el geólogo alemán señaló entre aquéllas y esta última una discordancia que después no se ha comprobado. En opinión de dichos Sres. Bertrand y Kilian, todas estas masas de conglomerados, más bien que diluviales, datan del mioceno superior, y en su mayor parte, al menos, se depositaron bajo las aguas del mar, fundando sus razones de la siguiente manera:

«Existe, dicen, una continuidad absoluta entre los conglomerados del valle de Aguas Blanquillas, con sus intercalaciones margosas de

fauna tortonés, y la masa de los que atraviesa la carretera de Granada á Guadix, los cuales se ocultan por bajo de margas yesosas fosilíferas. Ese mismo depósito continúa sin interrupción al N. del Genil, sin otra diferencia que la naturaleza de los cantos rodados que lo componen, y en él se hallan intercalados, no lejos de Illora, en la parte de L., unos bancos calizos formados únicamente de coralarrios que miden cerca de 20 metros de espesor y están dispuestos según se indica en la figura 82.

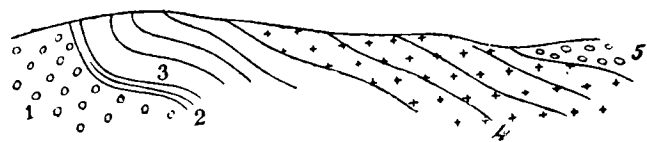


Fig. 82.—Desmorte del ferrocarril de Illora, según los señores Bertrand y Kilian.

1.—Aglomeración de cantos.

2.—Brecha más cimentada.

5.—Bancos sabulosos con lechos y riñones de arenisca.

4.—Caliza formada casi exclusivamente de coralarrios.

5.—Aluviones cuaternarios del Genil en discordancia con los bancos anteriores y formados de cantos de todas procedencias, principalmente jurásicos.

A pesar de corresponder al mismo sistema, los bancos del mioceno superior yacen en completa discordancia con los del medio; y esto prueba que entre ambas edades ocurrieron movimientos del suelo, los cuales, á pesar de la extensión relativamente corta que abarcaron, tienen mucha importancia en la historia del Mediterráneo, puesto que á ellos se deben el que, por algún tiempo, estuviera cerrada la comunicación de ese mar con el Atlántico, y el cambio pasajero, pero notable, que se produjo en el carácter de la fauna mediterránea al fin de esta edad.

Así opinan los Sres. Bertrand y Kilian <sup>(1)</sup>, quienes advierten que

(1) *Etudes sur les terrains secondaires et tertiaires dans les prov. de Grenade et de Malaga.*

por fuera de las manchas de molasa, los depósitos de la cuenca miocena de Granada están constituidos por una inmensa acumulación de cantos más ó menos rodados (*blockformation* de Drasche), desarrollada principalmente hacia los bordes, y por una serie de capas yesosas cuyo espesor pasa de 200 metros en el centro de la cuenca. Este conjunto, cuyos términos se han venido refiriendo á tramos muy diversos, desde el trias al cuaternario, pertenece por entero al mioceno superior. Las hiladas de cantos de la base alcanzan altitudes considerables y con frecuencia se ofrecen levantadas, sobre todo hacia los bordes de la cuenca. Es, pues, evidente que esas capas han estado sometidas á movimientos importantes; pero sus relaciones de posición con los tramos anteriores, y en particular con el de la molasa, son más difíciles de reconocer.

Más al N. de los parajes citados, la manchita de Alfacar está constituida por areniscas bastas en bancos muy inclinados al S., que contienen *Ostrea Velaini*, Mun. Ch.; *O. digitalina*, Dub.; *O. chicaensis*, Kil.; *O. Offreti*, Kil.; *Pecten Celestini*, Font.; *P. Fuschi*, Font.; *P. opercularis*, L.; *P. cf. nimius*, Font.; *P. substriatus*, Orb.; *P. Zittelii*, Fuch., y trozos de *Clypeaster*. Sólo asoman esos bancos en pocos metros cuadrados, ocultándose debajo de las margas del mioceno superior.

Al S. de Granada, la carretera de Motril atraviesa entre Alhendín y Armilla las masas de gonfolita, y en el río Dilar, por la denudación de los materiales diluviales, se descubre la discordancia entre ambas formaciones. En las afueras de Alhendín se muestra además una roca sabulosa amarillenta en capas ligeramente inclinadas al NE., que gradualmente se levantan hasta los 40°.

Es una arenisca micáfera y caliza, en la cual, como puede verse en el cerro del Suspiro del Moro, se intercalan lentejones irregulares y discontinuos de un conglomerado formado de cantos de todas las rocas que se encuentran en Sierra Nevada.

Al SO. de estos parajes, en el término de Escúzar, la molasa ó caliza arcillo-sabulosa amarillenta se extiende en unos 10 kilómetros de largo á cerca de 500 metros de altitud. Yace en estratos ho-

rizontales; se explota para piedra de construcción muy estimada, y constituye el *Lithothamnienkalk* de von Drasche, pues está llena de briozoarios y *Lithothamnium*, conteniendo además *Pecten Zittelii*, Fuchs; *P. acuticostatus*, Sow.; *P. scabriusculus*, Math.; *Lacazella Thecidea*) *mediterranea*, Risso sp., y *Cidaris avenionensis*, Desm. Separándose un poco al S. ó al O. de las canteras en que se explota, se ve que descansa sobre calizas antiguas *c* (fig. 83), con el intermedio de una brecha, *f*, que engloba pedruzcos angulosos de caliza cristalina y pasa á una lumaquela formada por ostras de gran tamaño (*O. digitalina*, Dub., y *O. Velaini*, Mun. Ch.)

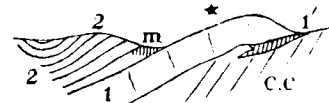


Fig. 83.—Corte en Escúzar, según los Sres. Bertrand y Kilian.

Sus bancos inclinan al N., y bajando hacia ese rumbo se encuentran unas capas de yeso, 2, directamente sobrepuestas á las rocas helvéticas. Su contacto con éstas no es visible, por ocultarlos unos derrumbios recientes, *m*; pero siguiendo algún trecho junto al borde, se descubre que el yeso concluye por apoyarse sobre las calizas cristalinas sin intermedio de molasa; disposición que demuestra claramente que su formación es más reciente que la de esa otra roca, y además que entre las dos existe una discordancia transgresiva.

MANCHA DE ALBUÑUELAS.—Al NO. de Albuñuelas, al pie de la Peña del Águila, sobre los filadios cambrianos (ó estrato-cristalinos?), casi verticales, yace casi horizontal un conglomerado que contiene coralarios, bivalvas y ceritios, entre estos el *Cerithium vulgatum* y *C. mitrale*, característico de la arenisca sarmática de Austria Hungría. Por encima de esas primeras capas, aunque en paraje topográficamente más bajo á causa de la pendiente del suelo, yacen unas calizas formadas enteramente por coralarios, y todo este conjunto se oculta debajo de margas yesosas. Si las especies de coralarios de Ilora y de Jayena son las mismas, habrá que deducirse que los conglomerados no se extienden por el S. hasta el segundo de esos pueblos, y que, habiendo continuado su depósito en la edad sarmática, corresponden á la vez á este subtramo y al tortonés, inferior á él.



Las calizas miocenas que rodean la misma Peña del Aguila se extienden por el valle de Lecrin, y hacia el lado que mira á Jayena constituyen bancos de distinto espesor, en los cuales varían algún tanto los caracteres físicos. En la cantera de los Villares, por los llanos de la Venta del Fraile, la roca está compuesta de arenas calcáreas y restos de briozoos, *Pecten* (*P. opercularis?*) y otros moluscos, unidos por un cemento calizo, resultando una caliza tosea, blanda, muy porosa, de color amarillento claro. En el pozo de Urenda es más compacta, y alterna con otra terrosa también fosilífera. En los llanos de la Venta, á la altitud de unos 1000 metros, hay otra variedad oolítica, de color blanco rojizo y fractura desigual, y en la parte occidental de la citada Peña la caliza se apoya sobre las rocas antiguas en lechos ligeramente inclinados, y contiene con profusión diminutos moldes é impresiones de varios moluscos y multitud de coralaris, entre otros *Prionastraea diversiformis*, *Solenastraea turonensis* y *Lithothamnium*.

La disposición del mioceno de Albuñuelas se explica con el corte de la figura 34.

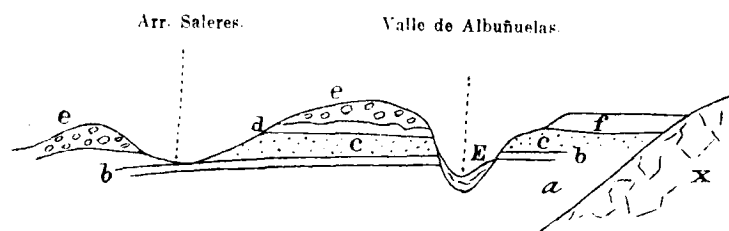


Fig. 34.—Corte cerca de Albuñuelas, según los Sres. Bertrand y Kilian.

- x.—Caliza del estrato-cristalino.
- a.—Margas grises con córbulas y turritelas.
- b.—Banco con *Ostrea gingensis*, *O. Offreti* y *O. Boblayei*.
- c.—Molasa con *Pecten scabriusculus* y *P. cristatus*.
- d.—Conglomerado con *Clypeaster insignis*, *Ostrea Velaini*, etc.
- e.—Blockformation.
- f.—Caliza tobácea reciente.
- E.—Derrubios recientes.

Según otro corte trazado también en Albuñuelas por detrás de la casa de la Abadía, las capas se suceden con este orden:

x.—Caliza cristalina.

a.—Margas grises con turritelas y *Corbula carinata*, Duj.; *Cardium hians*, Br.

b.—Lumaquela con *Ostrea gingensis*.

c.—Gonfolitas y calizas sabulosas amarillas, con abundancia de *Pecten scabriusculus*, var. *iberica*.

T.—Toba caliza.

Los Sres. Taramelli y Mercalli recogieron al NE. de Albuñuelas *Ostrea digitalina*, *O. cochlear*, *Pecten Reussi*, *P. substriatus*, *Arca dilurii*, *Isocardia subtransversa* y *Turritella Archimedis*, correspondientes al mioceno superior.

También se hallan en el mismo término *Pecten praescabriusculus*, Font., var. *talaraensis*, Kil.; *P. cf. nimius*, Font.; *Turritella bicarinata*, Eichw., var. *subarchimedis*, Orb.; una especie grande de *Perna*, y varios pelecipodos indeterminables.

Entre Albuñuelas, Restabal y Talará se reconoce la composición siguiente:

1.º—En la base, cerca de Restabal, se hallan margas grises con fragmentos de fósiles.

2.º—Un banco de ostras (*O. gingensis*, *O. Maresi*, *O. Boblayei*) se intercala en la parte superior de las margas, á lo largo de la orilla derecha del río de Restabal.

3.º—Caliza sabulosa con *Pecten* y *Lithothamnium*.

4.º—Caliza sabulosa, tierna, con *Pecten cristatus*, *O. Offreti*, *Cardita*, *Fusus*, *Turbo*, *Nucula Mayeri*, etc., en bancos muy inclinados hacia el río, á consecuencia de un resbalamiento local.

5.º—Arenas y molasa con muchas guijas.

6.º—Arenas finas grises con cantos calizos y *Mytilus*.

7.º—Conglomerado con ostras grandes (*O. Velaini*, *O. chivaensis*, *O. Boblayei*), *Clypeaster insignis*, *Turritella biplicata*, una especie grande de *Perna*, balanos, etc. Este tramo se extiende en la cumbre de la meseta que separa á Restabal de Albuñuelas.

8.º—Sobre esas hileras se apoyan en estratificación transgresiva unas tierras rojas con cantos angulosos, que representan el tramo tortonés, según Bertrand y Kilian.

En las inmediaciones de Restabal y Talará se hallan, además de las especies citadas, *Rhynchonella bipartita*, Broc.; *Terebratula sinuosa*, var. *pedemontana*, Lam.; *Ostrea Offreti*, Kilian; *Pecten scabriusculus*, Lam., var. *iberica*, Kil.; *P. præscabriusculus*, Font., var. *talaraensis*, Kil.; *Balanus*, dientes de *Oxyrhina hastalis*, Ag., y de otros esquelos, huesos de *Halitherium* y multitud de briozoos.

El *Pecten (Pleuronectia) cristatus* forma un banco en Saleres, en cuyo término, así como en Beznar, se han hallado también *Nucula Mayeri*, Hoern.; *Ostrea Virleti*, Desh., y diversos gasterópodos y pelecipodos indeterminables. En la salida de Beznar para Tablete las capas de arcillas sabulosas y calíferas inclinan de 20 á 50° al SO. y contienen restos de las especies citadas, intercalándose entre ellas varios lentejones de la gonfolita poligénica.

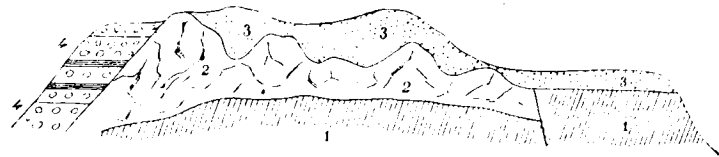


Fig. 85.—Corte al N. de Talará, según los Sres. Bertrand y Kilian.

Entre Talará y Murchas se encuentran claramente las relaciones de los dos tramos que describimos con los terrenos antiguos. Sobre las pizarras satinadas, 1 (fig. 85), y la caliza cristalina, 2, que se atribuyó con duda al triásico, pero que probablemente es del estrato-cristalino, rellenando las depresiones y arrugas que quedaron con anterioridad, se depositó la molasa helvética, 3, con briozoos y *Pecten scabriusculus*, en la cual, á su vez, se produjeron intensas corrosiones, y luego los conglomerados del tortonés, 4, llenaron las hondonadas producidas en ella. Cerca del mismo sitio del corte puede verse que esta molasa termina en una superficie lisa y pulimentada, con estrias paralelas, causadas probablemente por el acarreo de los

cantos del mioceno superior, el cual principia allí por un banco arcillo-sabuloso, de color gris, con gasterópodos y lamelibranqueos indeterminables.

En los barrancos de los alrededores de Murchas asoman, entre las capas del tramo tortonés, pequeños isleos de calizas antiguas y triásicas, contra los cuales se apoyan hasta cierta altura de su pie, á veces formando una cornisita regular y horizontal en las cumbres, algunas molasas que acusan el fondo del mar helvético, amarillentas, sabulosas, con muchos briozoarios, *Ciliaris avenionensis*, Desm.; *Terebratula sinuosa*, Broc., var. *pedemontana*, Lam.; *Ostrea Offreti*, Kilian; *Pecten scabriusculus*, Math., y *P. præscabriusculus*, Font., var. *iberica*.

En las cercanías de Beznar las depresiones abiertas en las molasas y en los conglomerados con briozoarios, peines y radiolas de equinos, se hallan ocupadas por un depósito detrítico de cantos procedentes de Sierra Nevada, el cual está muy desarrollado en las inmediaciones de Tablete, Restabal y Talará, donde constituye colinas enteras. Subiendo por éstas, se encuentran en la base cantos, con frecuencia enormes, de micacita poco rodados, fragmentos de cuarzo y algunos guijarros calizos; y á medida que se asciende, los cantos aparecen más rodados, los bancos mejor estratificados y los lechos de arena en mayor número. Los ejemplos de estratificaciones falsa y entrecruzada abundan, y además se ve que los aglomerados guijarreños pasan lateralmente á areniscas tier-  
nas con venas ferruginosas.

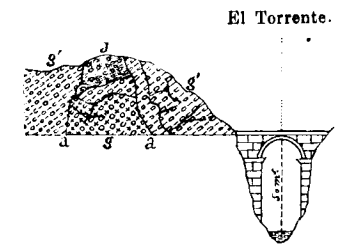


Fig. 86.—Corte por el puente de Tablete, según el Sr. Gonzalo.

Cerca de la Venta de las Augustias, en los desmontes de la misma carretera, se ven las capas atravesadas por varias fallas, producidas en el asiento de las mismas y cubiertas por otro depósito de cantos más reciente.

Otra segmentación de las capas parecida se observa junto al puente de Tablete, donde, en virtud de las dos fallas *a* (fig. 86), se pro-

dujo el hundimiento de un gran prisma, iniciándose otras grietas que se pierden en la masa sin cruzarla por completo. Todavía son en mayor número las dislocaciones y roturas de los mismos conglome-



Fig. 87.—Trincheras de la Cuesta de Tablete, según el Sr. Gonzalo.

rados en los desmontes de la citada carretera por la cuesta de dicho lugar de Tablete, según se dibuja en la figura 87, notándose unos conglomerados de cantos gruesos entre otros de cantos menudos.

Avanzan por el S. los mismos conglomerados hasta las inmediaciones de Izbor, donde se apoyan directamente sobre las pizarras cambrianas.

**MANCHAS DE ALHAMA.**—Desde hace mucho tiempo distinguió Silvertop en la cuenca de Alhama las dos formaciones terciarias diferentes, marina y lacustre, la primera más antigua y cuyos bancos fueron derrumbados en su mayor parte, reduciéndose á isleos discontinuos. Cuantos geólogos se han sucedido después, han confirmado tales observaciones. Nótase, desde luego, que entre Alhama y Jayena el mioceno medio, en estratificación discordante y transgresiva, se oculta debajo del superior, señalado en el Mapa general como plioceno.

Entre Alhama y Arenas, en más de tres kilómetros de largo, el río Cacin corta profundamente los bancos horizontales de caliza tosca, con zoofitos, repetidas veces alternantes con arenisca califera recortada con altas escarpas. Abundan los fragmentos de *Pecten* y otras bivalvas, así como las radiolas de equinos, mezclándose entre sus elementos trozos diminutos de micacita, y son en gran parte cubiertos sus estratos por masas aluviales y por depósitos de agua dulce.

Apoyados contra las calizas jurásicas, en el fondo de un sinclinal, en las inmediaciones del cortijo Repicado, entre Alhama y Zafarroya, se extienden los bancos de caliza sabulosa con *Cidarís avenionen-*

*sis*, Desm.; *Spondylus crassicastra*, Lam.; *Lithothamnium*, briozoos y otros restos, y á la cual se sobrepone un conglomerado calizo ó gonfolita; y de la posición estratigráfica que aquélla afecta, dedujo el Sr. Gonzalo que es inferior á las rocas margosas del camino de Arenas y también más antigua que la caliza marina de la Venta del Fraile. «Esta circunstancia, agrega dicho geólogo, nos manifiesta dos inmersiones y una emersión del suelo durante la época miocena, ocasionando esta los depósitos lacustres, intermedios á los marinos inferior y superior (1).»

En el Majar de Enmedio, situado en el camino de Alhama á Loja, hay otros tres asomitos miocenos de idéntica composición, sobrepuestos á las calizas jurásicas.

**MANCHAS DE ILLORA Y DE LOJA.**—Siguiendo la carretera de Jaén al N. de Granada, los cantos del conglomerado mioceno son principalmente de calizas jurásicas y neocomienses, mezclados con limos rojos que también alternan con aquél, observándose repetidos ejemplos de enlaces y penetraciones irregulares de ambos elementos con porciones de areniscas ó calizas. Al N. del recodo de Illora, las calizas blancas jurásicas muestran perforaciones de organismos litorales en su contacto con el depósito tortonés, probablemente del *Lithodomus lithophagus*.

A L. de Loja, por el camino de Salar, tales conglomerados alternan con margas sabulosas, sobrepuestas al neocomiense, y se ocultan debajo de las capas lacustres de la cuenca de Alhama. En la salida de Loja, debajo de una capa de toba, asoma un depósito terroso, rojo, con guijos y concreciones calcáreas, de aspecto diluvial, en mantos alternantes con un limo sabuloso, ligeramente inclinados al E. y que se prolongan junto al cementerio, donde están compuestos de elementos calcáreos, mezclados con pedernal y lechos de una arenisca fina amarillenta.

Los mismos conglomerados se ven á la derecha del Genil junto á Loja, y á lo largo de la carretera de Málaga, que sigue en cierto tre-

(1) Loc. cit., pág. 94.

cho por la sierra jurásica, atravesando una meseta formada por aquellos, alternantes con margas grises y blancas, con estratificación entrecruzada.

Con arreglo á otro corte trazado por los mismos geólogos, en el tajo de Alhama, sobre las calizas jurásicas J (fig. 88), se suceden los siguientes estratos miocenos:

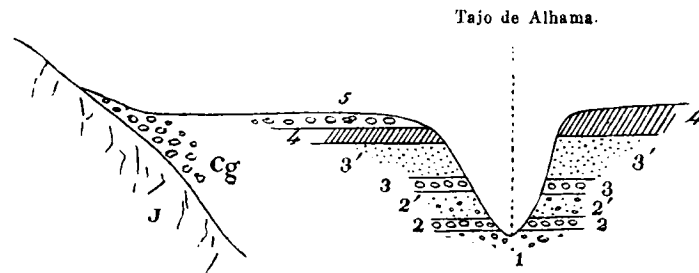


Fig. 88.—Corte por el Tajo de Alhama, según los Sres. Bertrand y Kilian.

Cg.—Conglomerados helvéticos, litorales.

1.—Molasa verde.

2.—Brecha caliza.

2'.—Molasa con *Spondylus crassica* y trozos de pizarras antiguas.

3.—Conglomerado de cantos redondos.

3'.—Caliza tosca, sabulosa, con *Pecten scabriusculus*, *Cidaris avinionensis*, terebrátulas, etc.

4.—Caliza tosca con *Lithothamnium* y briozoos.

5.—Conglomerado de guijo menudo.

La aldea del Salar está situada sobre otro islote de la misma edad en capas muy fosilíferas, con una inclinación que no excede de 15° al E.S.E. Sobresalen al N. de Loja y del barranco de Godínez otras capas de idéntica caliza con *Pecten reconditus* y varias especies de ostras, y en la margen opuesta del Genil se apoya la misma formación sobre la caliza jurásica, acusando poco espesor en su conjunto.

Al NE. de la misma ciudad, en las vertientes del Pradón, esa caliza sabulosa ó molasa con briozoos, dientes de escualos y *Pecten*

*præscabriusculus*, cubre directamente al triás; pero un poco más al N., en las anchas cañadas de la vertiente oriental del Pradón, se intercalan entre el triás y la molasa unas margas abigarradas yesíferas, á las que sigue un lecho de cantos rodados, con fragmentos de amonitas, belemnitas (*Duvalia*) y *Aptychus* procedentes del neocomiense. En conjunto, las hiladas margosas pasan de 50 metros de espesor y ocupan la misma posición que las margas con yeso de Quéntar. Los fragmentos de fósiles y guijarros neocomienses que hay en los lechos de su parte superior, atestiguan los derrubios que ocurrieron en ese sitio al invadirlo el mar mioceno.

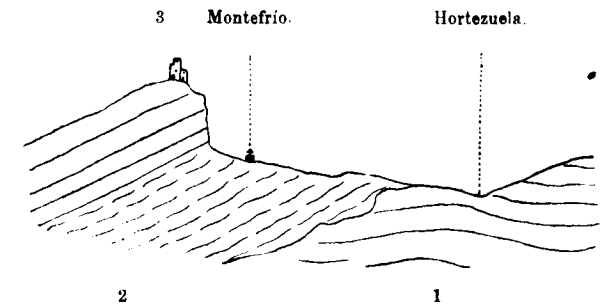


Fig. 89.—Corte por Montefrío, según el Sr. R. Douvillé.

MANCHITA DE MONTEFRÍO.—Según las observaciones recientes del Sr. Douvillé, en Montefrío, sobre las margas eocenas, 1 (fig. 89), en capas casi horizontales, yacen en posición anormal las margas aquitanienses, 2, á las que cubren las molasas burdigalenses, 3, fuertemente inclinadas al SO. Estas molasas, ó más bien calizas toscas sabulosas, buzan en sentido contrario en el cerro del Castillo de dicho pueblo, hallándose en sus capas, entre otros fósiles, *Cidaris avinionensis*, Desm.; *Terebratula Sowerbyi*, Nyst.; *T. sinuosa*, Brochi; *Pecten præscabriusculus*, Font.; *P. aff. scabriusculus*, *P. opercularis?*, *P. Tournali*, Serres; *P. Holgeri*, Gem., y *P. subbenedictus*, Font. En el camino de Illora se intercalan algunos conglomerados entre el mismo eoceno y la citada caliza que sobresale en los ribazos, y contiene, además de dichos peines, *O. Velaini*, Mun. Ch.; *O. chi-*

*caensis*, Mun. Ch.; *O. Welschi*, Kilian; *O. digitalina*, Dub.; *Panopæa* cf. *Menardi*, Desh., y multitud de briozoos.

OTROS ISLOTILLOS MIOCENOS.—Los dos cerritos inmediatos á La Zagra, al N. de Loja, están formados de la caliza sabulosa, igual á la de Montefrío, en capas muy inclinadas al NE.

Al N. de Sierra Nevada y del Genil asoman entre el diluvial ó se sobreponen al jurásico diversas manchitas de exiguas dimensiones que, según advierte el Sr. Gonzalo, marcan la extensión que el mar mioceno ocupó en esta provincia, antes que las violentas conmociones del suelo y los efectos de la denudación redujeran las capas del sistema al tamaño y forma que hoy presentan.

De otros isotillos que no se hallan marcados en el Mapa general, da algunas noticias el Sr. Gonzalo en su *Bosquejo* de esta provincia. Entre las masas diluviales que se extienden desde Freyla á Alicún de Ortega, hay algunos afloramientos de caliza miocena en capas muy inclinadas, repetidas veces plegadas y discordantes con los mantos terrosos que las envuelven.

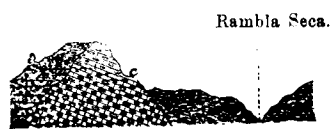


Fig. 90.—Corte por la Rambla Seca, según el Sr. Gonzalo.

En la confluencia de la rambla Seca con el río Grande hay otro afloramiento de una caliza llena de granos cuarzosos de distintos tamaños y de trozos de conchas, entre las cuales se reconocen la *Terebratula grandis*, el *Pecten opercularis* y el *P. (Janira) Jacobeus*. Sus capas *c* (fig. 90) inclinan al S.SE., en discordancia con los mantos arenosos diluviales *a*, entre los cuales asoman.

Cerca de la confluencia de la rambla de la Matanza con el mismo río, se descubre en mayor espacio un escueto peñón de caliza fosilífera igual á la anterior.

Otros varios asomos de la propia caliza se distinguen por aquellos contornos, en dirección á la provincia de Jaén, cuyo límite se halla en la proximidad de la misma rambla, convertida en arroyo por servir de salida á las aguas sobrantes del canal de riego de Pozo-Alcón.

Merece citarse la lancha del Manzano, compuesta de gruesas ca-

pas de molasa, que constituye en la orilla derecha del río Grande una cumbre donde buzan las capas al S.SO., ó sea en opuesto sentido al de la margen izquierda, quedando comprobada la rotura de los estratos según un eje anticlinal señalado por el río.

En el pueblo de Alicún se conserva en tres cerrillos la misma caliza terciaria, y precisamente se halla el pueblo al pie de un enorme peñón que forma el tajo que amenaza aplastarle, que es igual á la que más al O. descansa sobre la arenisca roja triásica de Huelma (Jaén) y la caliza jurásica de la sierra de Guadahortuna.

En las cercanías de Cardela y Domingo Pérez, sobre las capas eocenas quedan restos de la caliza tosca miocena, la misma que encierra fósiles en la cumbre que se levanta al S. de Campotéjar.

En los confines de Jaén, sobre el eoceno yacen en Cardela las margas con *Lepidocyclina Schlumbergeri*, Lem. et Douv., fuertemente inclinadas al N., y más al S. del mismo pueblo continúan las margas con globigerinas. Este es otro dato curioso é interesante recogido por el Sr. Douvillé, pues en el Mapa general sólo se marca numulítico el terciario de dicho pueblo.

Entre Calicasas y Caparacena, á la derecha del río Cubillas, se conserva otro isleo de molasa, con gran cantidad de almendrilla rodada, que debe ser sincrónica de los otros retazos del terciario medio.

Por los barrancos que afluyen á la Rambla de los Caballeros, cerca de Almasiles, en el extremo septentrional de la provincia y á la notable altitud de más de 1000 metros, sobre la caliza eocena yace otra compacta, de fractura desigual y color amarillento, que contiene *Ostrea crassissima*, *Pecten opercularis* y otros moluscos de los géneros *Conus* y *Cerithium*. Sus bancos están casi horizontales, y en algunos la roca es cavernosa, de textura granuda, con guijos y granos de otras rocas más antiguas y multitud de fragmentos de conchas fósiles, según se ve hacia la confluencia del barranco de Las Vacarizas con el río Frío.

Se sobreponen al triásico otros varios isleos de rocas evidentemente más modernas; y entre ellas figura una caliza tosca y cavernosa, de poca dureza y teñida con diversos colores por los óxidos de

hierro, que no deja de tener cierta semejanza con la miocena. Afiora en el cortijo Morillo y en el de Las Ventas, entre otros puntos, lo cual, con el estado avanzado de desagregación en que se encuentran todas las rocas y materias minerales allí existentes, ha contribuido á confundir los caracteres de las más antiguas señaladas como triásicas.

Más al N., junto al río de Huélago, están sumamente inclinados los lechos de una molasa, con pequeñas guijas en su pasta, que se halla en manifiesta discordancia con los limos cuaternarios que se extienden hasta el cerro Mencil y contienen filoncitos de yeso lamelar ó fibroso. En el Pinar Verde, al NE. de Gorafe, existe un isleo de caliza marina, del terciario medio, con abundantes restos y moldes de *Pecten* y *Ostrea*, de textura granuda, terrosa, color blanco ó ligeramente amarillo, y tan dócil á la labra, que se raja con herramientas cortantes, y se termina con picos en las caras de los paramentos, para imitar la sillería de piedra dura. Por la exposición al aire se endurece, y no es prudente su empleo en las obras de fábrica.

Gonfolitas fosilíferas parecidas á las anteriormente descritas, y que deben ser de la misma edad, se ven cerca de los confines de Almería, en un pequeño espacio de la loma del Aljibe Blanco, al S. de Ugijar.

#### MIOCENO LACUSTRE

El mioceno lacustre de esta provincia fué objeto, hace tiempo, de minuciosas observaciones practicadas por Silvertop, y que confirmaron y ampliaron después los distintos geólogos que le sucedieron, si bien con notables discrepancias en cuanto á su clasificación cronológica, según hicieron notar los Sres. Bertrand y Kiliau.

Schimper refirió al triásico los yesos de Cacin y de La Vega, y esa fué la opinión de Silvertop, quien, separándolos del yeso que llamó postmolásico, los creyó inferiores al helvético marino. El mismo geólogo (1) trazó un corte muy exacto de las hiladas terciarias del

(1) *Proceedings*.

camino de Alhama á Loja, en el cual colocó la molasa (*coralline limestone*) por bajo del yeso y de las calizas lacustres, de los cuales términos dió una buena descripción. Refirió al mioceno medio de Lyell la molasa de Alhama, Antequera y otros parajes, y fué el que primero distinguió en Andalucía los yesos terciarios de los triásicos, asignando, sin embargo, esta última edad á los de La Malá. Opinó muy acertadamente que el yeso mioceno se halla comprendido entre el terciario marino y el lacustre; recogió en este varias especies de *Lymnaea*, *Ancylus*, *Cypris*, el *Planorbis rotundatus*, el *Bulimus pusillus* y las paludinas *P. Desmaresti*, *P. pyramidalis* y *P. pusilla*, y reconoció la sucesión de las hiladas de la cuenca de Alhama y la discordancia que separa el mioceno lacustre de la molasa.

Verneuil creía que los conglomerados de las inmediaciones de Granada eran posteriores á los yesos de Alhama. Según el Sr. Gonzalo, la molasa alternaría con el mioceno lacustre; en Alhama las capas marinas serian inferiores á las de agua dulce, y, por el contrario, en Escúzar y la Venta del Fraile las hiladas lacustres serian inferiores á la molasa. Asimismo von Drasche colocó las hiladas yesosas por bajo de la molasa con *Lithothamnium* de Escúzar. La Comisión española para el estudio de los terremotos de Andalucía supone en su informe que el yeso, con su cortejo de margas y lignitos, son un equivalente del oligoceno; y citan en esas hiladas, que se elevan hasta 1000 metros de altitud en la cumbre del Suspiro del Moro, *Planorbis lens*, *Limnaea acuminata* y *Bithinia pusilla*, mientras que refieren al mioceno las calizas lacustres en que mencionan *Planorbis crassus* y *Limnaea longiscata*. Los Sres. Taramelli y Mercalli hablan de filones de yeso atravesando hiladas pliocenas, y para nada mencionan el mioceno.

El mioceno lacustre se compone en su base de arcillas y margas yesíferas, acompañadas en algunos sitios de lechos de lignito sin importancia industrial; siguen á ellas las areniscas, y termina la formación por unas calizas. En el Mapa general está señalada como pliocena la mayor parte del espacio perteneciente á este tramo, que, según las observaciones del Sr. Gonzalo, alcanza más de 270 metros de espesor.

Entre Arenas del Rey y el tajo de Alhama es donde más claramente se muestra el orden sucesivo de los estratos lacustres. Comienzan estos por un depósito de margas yesíferas, 1 (fig. 91), divididas en lechos delgados y que se muestran en las depresiones del

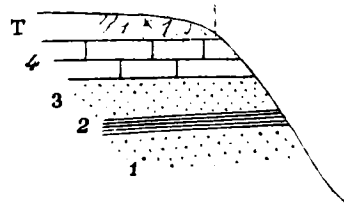


Fig. 91.—Corte por el tajo de Alhama, según los Sres. Bertrand y Kilian.

suelo y en la base de la colina que da asiento á dicha villa. Siguen á ellas otras margas grises, 2, con lechos de lignito y muchos ejemplares de *Lymnaea Forbesi*, *Planorbis Mantelli* y *Melanopsis impressa*. A las margas se sobreponen unas arenas grises y amarillas, 5, á las que sigue una zona de ca-

lizas, 4. Estas en las capas inferiores son margosas, grises y fosilíferas, y se dividen en capas delgadas; después se hacen más silíceas, compactas y blancas, y en la cumbre se ocultan debajo de una toba amarillenta *T*.

Al pie de la sierra de Fatar, en la venta del Vicario, se observa una de las orillas del lago mioceno formada por arenas y conglomerados de cantos de diversos tamaños, *t* (fig. 92), apoyados sobre las calizas estrato-cristalinas, *c*, y cubiertos por otros conglomerados recientes, *a*. Pasados los bordes de la formación, cerca de la misma venta, los sedimentos son más finos y uniformes, constituyendo estratos, ligeramente inclinados, de areniscas calíferas deleznales y margas terrosas, algunas bastante duras. Más adelante, en la Venta Nueva de Fornes, se sobrepone á las margas una caliza cavernosa llena de moldes de paludinas, limneas y cipris.

En las altas escarpas de la margen izquierda del arroyo de Gra-

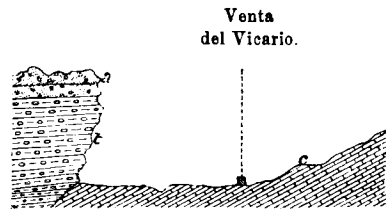


Fig. 92.—Corte por la Venta del Vicario, según el Sr. Gonzalo.

nada, en las afueras de Jayena, los estratos lacustres se suceden según indica la figura 93.

*p*.—Arcillas entre las cuales se intercalan dos lechos de lignito, *l*, separados por un espacio de 2<sup>m</sup>,50. Sobre el superior se elevan otros tres metros de arcilla.

*r*.—Arenisca calífera = 5 metros.

*e*.—Calizas y margas alternantes hasta alcanzar 45 metros de altura sobre el nivel del río.

Entre las areniscas blandas calíferas se intercalan, en ciertos



Fig. 93.—Corte por las afueras de Jayena, según el Sr. Gonzalo.

puntos, lechos irregulares y discontinuos de guijo menudo, como atestiguando la existencia de corrientes accidentales ó cambios de velocidad en los sedimentos que fueron arrastrados al antiguo lago.

Al E. de Jayena avanzan las capas lacustres hasta el pie de la cumbre del Águila; y por el lado de Fornes las margas terrosas y las arenas grises y amarillentas contienen infinidad de fósiles, repitiéndose en las escarpas de los arroyos de Arenas del Rey los afloramientos de lignito inaprovechable entre las arcillas.

En los desmontes de la carretera inmediatos á La Malá, sobre las arenas y arcillas que se descubren en el fondo del barranco, yacen las arcillas con intercalaciones de yeso rizado, en pliegues de pequeño radio, á las que se sobreponen las areniscas micáferas, divisibles en hojas delgadas, con pliegues mayores. El color de ellas varía del amarillo al gris claro, y en sus caras de junta se manifiestan arrugas de diversas formas. Las margas ó arcillas calíferas contienen la *Bythinia tuba* y otros gasterópodos. Este tramo yesoso, con diversos pliegues y muchas dislocaciones estratigráficas, se desarrolla ampliamente entre La Malá y Agrón, siguiendo hasta Gabia la Gran-

de, donde el lacustre se oculta debajo del diluvial de la vega. Igualmente continúan los yesos saliendo de Fornes hacia Granada, con idénticas ondulaciones en las arenas y arcillas calíferas que los encierran.

Al SO. de Alhendín, y detrás de Gabia, las capas yesosas se doblan en conjunto en un sinclinal, aumentando su inclinación en el Monte Vivo, donde abunda el yeso convertido en alabastro, predominando el buzamiento al NO., que también se observa entre Alhendín y Padul. Los mismos bancos yesosos se prolongan al SO. por el cerro de El Suspiro del Moro, junto á la carretera de Granada á Motril.

Entre Granada y Escúzar muestra el lacustre un espesor de más de 200 metros, que permite estudiar sus relaciones con las capas precedentemente descritas. Pasados los aluviones del Genil, se encuentran, cerca de Gabia la Grande, con buzamiento hacia el centro de la cuenca, los cantos tortonenses, que ahí son de dimensiones pequeñas y desaparecen paulatinamente para ceder su lugar á margas grises, con yeso fibroso y laminar, las cuales continúan hasta más al S. de Escúzar, en capas muy dislocadas, en muchos puntos casi verticales. En Escúzar los lechitos de yeso se convierten en otros de alabastro, hasta de 50 centímetros de espesor, y los pliegues de las capas continúan bien marcados. Un quilómetro próximamente al S. del pueblo las capas yesosas se muestran bastante inclinadas, y por bajo de ellas aparecen los bancos de caliza sabulosa, amarillenta, con *Lithothamnium* y *Pecten Zitteli*. Continuando hacia Agrón, esta caliza descansa sobre otra antigua, y en el contacto de las dos formaciones se hallan unos conglomerados litorales con bancos de ostras, viéndose á pocos pasos de ese paraje que el yeso cubre directamente, sin intermedio de la molasa helvética, á la caliza antigua.

El corte tomado en el camino de Escúzar demuestra la concordancia estratigráfica de la formación yesosa con los cantos tortonenses y su discordancia con la molasa helvética; conclusiones que también se comprueban cerca de Loja, entre Salar y Alhama, según se indica en la figura 94.

En el camino de Granada á Güevéjar, aparecen de abajo arriba los estratos siguientes:

1.—Limo rojo con conchas lacustres, gravas y arenas en estratificación entrecruzada.

2.—Margas grises y rojas con bancos de yeso y *Melanopsis impressa*.

5.—Margas grises con limneas, en las que se intercalan tres bancos de caliza amarilla tosca con vaciados de fósiles.

Según otro corte trazado á L. de Güevéjar, aparece la sucesión siguiente de abajo arriba:

1.—Margas grises con yeso, en bastante espesor.

2.—Pizarras arcillosas grises.

5.—Conglomerados y cantos silíceos.

4.—Areniscas y arenas.

5.—Margas grises y areniscas amarillentas calcáreas, con abundancia de *Melanopsis impressa*.

6.—Margas abigarradas.

7.—Margas con guijas angulosas de las rocas de Sierra Nevada (cuarzo, pizarras micáceas, arenisca roja, etc.)

8.—Toba caliza inclinada al N.NE.

Nótese que aquí se presentan depósitos guijarrosos que hay por otras partes en el mismo tramo, lo cual se debe probablemente á la inmediación de la sierra.

A la altitud de 310 metros, entre Jun y Nívar, se descubre el mioceno lacustre con sus capas de yeso intercaladas con las arcillas calíferas. En Alfácar adquiere el yeso notable desarrollo, existiendo además, al N. del pueblo, algunas trazas de lignito.

Saliendo de Loja para Alhama, en cuanto se deja la carretera de Granada se presenta la formación lacustre en bancos ligeramente inclinados hacia el centro de la cuenca. Según se indica en la figura 94, sobre las calizas blancas jurásicas, X, yacen unos conglomerados, 1, que Bertrand y Kilian calificaron de tortonenses y que en parte se ocultan bajo una toba caliza, T. A estos conglomerados suceden unas margas yesíferas, 2, que en el barranco situado al S. de Salar se



apoyan directamente sobre el jurásico. Siguen después las calizas grises con hidrobias en lechos delgados, 5, alternantes con margas grises, y, por fin, capas más gruesas de caliza moleña, 5', con *Lym-*

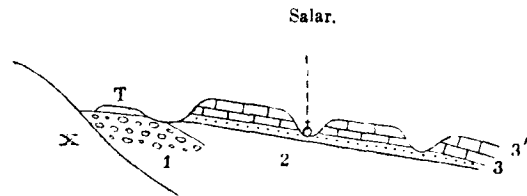


Fig. 94.—Corte entre Loja y Salar, según los Sres. Bertrand y Kilian.

*næa girundica*, y varias especies de *Helix* y *Paludina*. Estas calizas son de variable dureza, de fractura desigual las más arcillosas y concoidea las más silíceas.

La carretera de Loja á Alhama, inmediata al borde occidental de la meseta lacustre que se inclina hacia el NE., ó sea hacia el valle del Genil, está abierta en las calizas blancas y molasas superiores ligeramente onduladas, 5 (fig. 95), debajo de las cuales, en el barranco que hay más á P., asoman las calizas margosas con *Bithinia etrusca*, 2, en discordancia con la caliza jurásica, 1, sin que aparezcan las margas yesíferas inferiores á ellas.

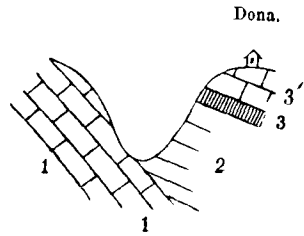


Fig. 95.—Corte entre Alhama y Loja, según los Sres. Bertrand y Kilian.

Cerca de la venta Gema, sobre los isleos de caliza jurásica, 1 (fig. 96), yace discordante la molasa helvética con *Cidarís avinionensis*, 2, á la cual se sobrepone la caliza lacustre, 3, con la circunstancia de que por el lado del P. esta última se halla en contacto directo con la jurásica, sin la interposición del mioceno marino.

Las mismas especies que se hallan en las calizas de Salar se encuentran en las muy compactas de los llanos de Las Rozas y del Pal-

mar, las cuales faltan en las cercanías de Alhama, donde, en cambio, se desarrollan las margas, en las cuales abundan los ejemplares de *Melanopsis costata*, *Lymnæa longiscata* y *Planorbis*.

Resumiendo los datos relativos al lacustre, se notará que en Alfá-

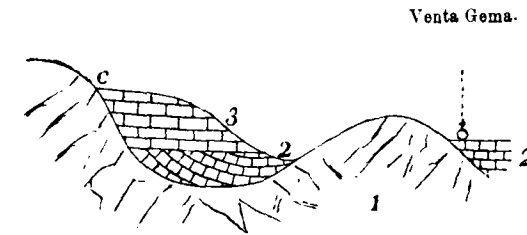


Fig. 96.—Corte por la venta de Gema, según los Sres. Bertrand y Kilian.

car y Loja los aglomerados guijarrosos se ocultan por bajo de margas oscuras yesosas, que pasan á yeso puro (La Malá). Ese yeso, que en Alfácar contiene *Melanopsis impressa*, va cubierto ahí y en Arenas del Rey por margas lignitosas y sabulosas con *Melanopsis impressa*, Krauss; *Lymnæa Forbesi*, G. y F.; *Hydrobia etrusca*, Cap., y *Planorbis Mantelli*, Dunk., ó sea con una fauna que corresponde al mismo nivel que la formación sulfo-yesosa de Italia.

Al grupo del yeso cubren en la cuenca de Alhama unas hiladas muy regulares de caliza lacustre blanca y variolar, con *Planorbis Mantelli*, Dunk.; *Lymnæa girundica*, Noul., ó *Hydrobia* sp., equivalentes á las calizas de agua dulce del centro de España, y más especialmente á las de Concud, que encierran la misma planorba, y alternan con las capas que contienen restos de *Hipparion*.

«Mientras que en Italia no es el yeso más que un accidente entre dos formaciones marinas, agregan los Sres. Bertrand y Kilian, en Andalucía corresponde á la emersión definitiva de la cuenca. Los depósitos pliocenos no se hallan sino en la costa, donde faltan los miocenos, y la cuenca del mar actual sin duda no se sumergió sino después del mioceno.

El corte esquemático representado en la figura 97 da idea de la

disposición de los depósitos terciarios á uno y otro lado de la cumbre bética, así como muestra la naturaleza de las discordancias que los separan. La que aparece entre el helvético y el tortonés se debe á denudaciones ó abarrancamientos, mientras que la que se ofrece entre el mioceno superior y el plioceno la originó la repartición ó

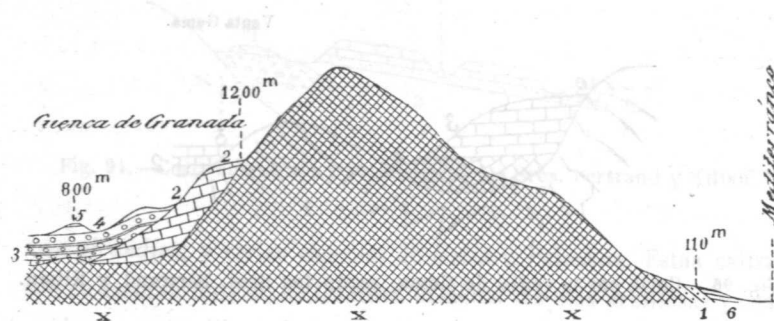


Fig. 97.—Corte esquemático á través de Sierra Nevada, según los señores Bertrand y Kilian.

transgresión de los depósitos; lo cual se traduce por el hecho de que el plioceno existe junto á la costa, donde el mioceno falta, mientras que en el interior del país no cubre á este último ningún depósito marino.»

X.—Terrenos primarios y secundarios, con isleos numulíticos plegados.

1.—Numulítico.

2.—Helvético.

3.—Tortonés (*blockformation*) y sarmático.

4.—Yeso con mioceno superior.

5.—Caliza lacustre con idem id.

6.—Plioceno marino.

### Jaén.

La mayor parte de la región central de la provincia corresponde al mioceno marino del Guadalquivir, cuyo curso determina una extensa faja de irregulares contornos que penetra de la provincia de Córdoba por los términos de Marmolejo, Lopera y Porcuna; se extiende entre Andújar y Arjona, entre Bailén y las cercanías de la capital, y entre Linares y las inmediaciones de Mancha Real; sobresale en la Loma de Ubeda, y se prolonga á L. hasta más allá de Villanueva del Arzobispo. La composición de toda la faja es muy uniforme, y á juzgar por lo que se observa en la loma de Ubeda, donde con mayor espesor se desarrolla, podemos distinguir dos zonas: una inferior, compuesta de margas oscuras alternantes con calizas de variable composición y colores, y otra superior, formada de molasas y arenas amarillentas, parte de la cual pudiera resultar pliocena. A la primera se pueden señalar 250 metros de potencia, y la mitad próximamente á la segunda, en el centro de la faja principal. En su contacto con el cambriano y el triás, principalmente en los confines con la provincia de Córdoba, el espesor del mioceno es mucho menor; apenas llega á una veintena de metros en las orillas del Yeguas, cerca de su desembocadura en el Guadalquivir, pues en el fondo de aquél asoman las rocas antiguas infrayacentes. El mayor espesor del sistema se observa sobre la derecha del Guadalquivir entre este río y la Loma de Ubeda, desde los términos de Iznatoraf y Villacarrillo hasta el remate de aquélla al O. de Baeza.

Es regla general que en el mioceno de esta provincia, así como en el de la inmediata de Córdoba, existan los campos más feraces y los olivares más frondosos, siendo evidentemente el terreno agrícola por excelencia. Pero no en todos los términos presenta lozano aspecto, pues en dilatadas extensiones, bien por la escasez de agua, bien por el excesivo predominio de las arenas ó de las calizas cuarcíferas y sabulosas, se ofrece al viajero un paisaje demasiado árido.

En opinión del Sr. R. Douvillé <sup>(1)</sup>, que recientemente ha examinado una buena porción de esta provincia, el mioceno inferior comienza en Andalucía con las capas aquitanienses con *Lepidocyclina*, y termina con las molasas burdigalenses que contienen *Pecten Beudanti*. Al mioceno superior corresponden las capas salobres y fluviales de la cuenca de Granada, faltando el helveciense medio, contra lo que generalmente se ha creído. «En el estado actual de nuestros conocimientos, agrega, no se puede decir si son burdigalenses ó helvecienses las capas con *Clypeaster* y *Ostrea* del grupo de la *O. crassissima*; y lo único que se puede afirmar es que las molasas miocenas, que tanto abundan, se sobreponen al aquitaniense y contienen especies de *Pecten* del burdigalense.»

Las primeras son de aguas profundas; la transgresión se acentúa en el burdigalense, cuyos sedimentos se depositaron en un mar me- nos hondo, y por fin, las molasas, con que termina la edad, contienen restos de una fauna litoral.

El tipo aquitaniense está representado por margas con globigerinas, radiolarios y diatomeas. Estas últimas, que vivieron en el fondo, no pueden dar indicaciones seguras acerca de la naturaleza de los mares en que vivieron; pero los radiolarios y las globigerinas de concha gruesa, á veces espinosa, se desarrollan actualmente en grandes masas por las aguas calientes de la corriente del Golfo (Gulf-stream), de donde puede deducirse que en la edad aquitaniense hubo un estrecho al N. de Sierra Nevada de corrientes análogas.

A esta facies pelagiana con globigerinas y radiolarios corresponde la *moronita* de Morón (Sevilla), que el Sr. Calderón clasificó en el eoceno; y cerca de Jamilena, entre Martos y Jaén, contiene estos cuatro géneros de diatomeas: *Cestodiscus*, *Coscinodiscus*, *Craspedodiscus* y *Auliscus*.

Pero ni la flora ni la fauna de estas margas pelagianas pueden dar indicaciones precisas relativas á su edad; y si el Sr. Douvillé las coloca en el aquitaniense, es por estas dos razones: 1.ª, porque en mu-

(1) *Esquisse géologique des préalpes subbétiques*, pág. 101.

chos sitios se sobreponen á ellas las molasas burdigalenses; 2.ª, porque se encierran lentejones de caliza con *Lithothamnium*, con una fauna abundante de lepidociclinas, representantes del aquitaniense superior, ó á lo sumo de la base del burdigalense.

Entre esas lepidociclinas figuran en primer lugar la *L. Schlumbergeri*, Lem. et Dou., que corresponde al tipo, como la *L. Raulini*, achatada, grande y con pocos pilares, y la *L. marginata*, que falta en Aquitania, sin duda porque allí no estaban las aguas bastante calientes, pero que abunda en Superga (Piamonte) asociada al género *Miogyssina*, que no se ha encontrado en Andalucía.

Asociadas á otras dos lepidociclinas pequeñas, de formas pustulosas, las *L. Morgani*, Lem. et Dou., y *L. Tournoueri*, Lem. et Dou., se encuentran aquéllas cerca del puente de Artesilla, en las inmediaciones de Jaén; junto al puente del Guadalquivir del camino viejo de Úbeda; en la sierra del Rayo; en el camino de los Naranjos, á 500 metros de Jaén, y en la Higuera de Calatrava.

Los montes cretáceos de la Peña, del Tiro Nacional y del cerro de Jaén, están rodeados por una faja continua miocena, que se extiende con sus margas y calizas con globigerinas y radiolarios por la profunda garganta que los separa del Jabalcuz, en el fondo de la cual, al S. del cerro de la Cuesta Negra, asoman inferiores las margas del trias. Las cuatro especies citadas de *Lepidocyclina* abundan al S. de Jaén y sus capas parecen buzar por bajo de las cretáceas junto al lavadero del camino de Martos.

En virtud de los arrastres en masa del secundario entre Jaén y Santa Cristina, se sobreponen al mioceno el cretáceo superior y el jurásico, y la misma inversión estratigráfica se observa en las inmediaciones del Zumbel Rojo, donde asoman las molasas con *Pecten* y *Clypeaster*.

A causa de las inversiones estratigráficas producidas por los arrastres en masa de los bancos cretáceos en Pelagajar, se observa el orden de sobreposición que indica la figura 98. El mioceno inferior, 2, se apoya normalmente sobre el trias, 1, y á los dos se sobreponen una fajita triásica, 3, acompañada de un lentejón mioceno, 4, el cre-

táceo medio, 5, y el cretáceo superior, 6, que descuella en la Serrezuela y la Artesilla. Con un espesor de más de 150 metros, el mioceno forma un anillo continuo que rodea al cretáceo de la Serrezuela, y el contacto de ambas formaciones se sigue por la carretera de Granada y por el camino viejo que comienza en la venta del kilómetro 547. Las copiosas fuentes de Pegalajar brotan en la zona de

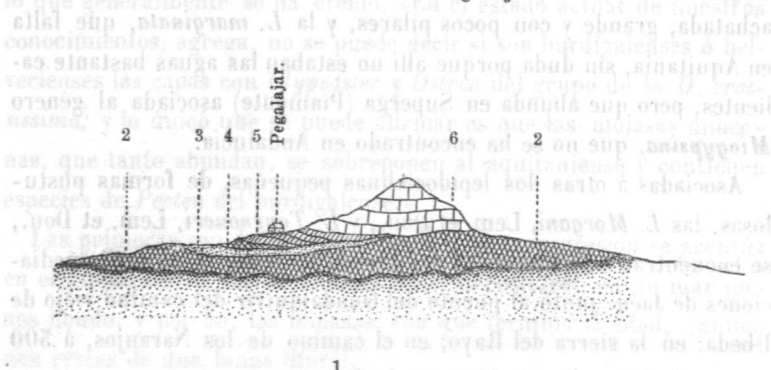


Fig. 98.—Corte por la sierra de Pegalajar, según el Sr. R. Douvillé.

contacto de los dos terrenos, y saliendo de este pueblo por el camino de Mancha Real, se sigue por el mioceno hasta el collado que divide ambos términos, donde afloran las margas blancas con radiolarios y trozos de arenisca llenos de foraminíferos.

Al N. del collado se levantan los últimos contrafuertes de la Artesilla con sus capas maestrichtienses con *Echinocorys tenuituberculatus*; y al S. del mismo se alza la escarpa del Mozón Blanco, formada de calizas más compactas que pueden ser senonenses. Desde el collado hasta Mancha Real se prolonga el mioceno sin interrupción.

Como suele suceder con los arrastres ó resbalamientos en grandes masas de los terrenos, el mioceno corta en bisel al cretáceo sobrepuesto; y así, en el collado que media entre la Artesilla y el Mozón Blanco, toca al terciario el maestrichtiense, y por bajo de la cumbre principal de la Serrezuela se interpone entre ambos el tramo vranconiense con *Turrilites Puzosianus*.

El contacto anormal del cretáceo y el mioceno se observa clara-

mente por el camino de herradura que sigue desde Pegalajar la base de las escarpas de la Serrezuela. Al S. del camino se extienden los lentejones de caliza con lepidociclinas, é inmediatamente encima de estos yacen las calizas sabulosas con dicho *Turrilites*, *Hemias-ter*, etc. Un poco más al E. se intercala, entre el mioceno y el vranconiense, una fajita de margas triásicas que supone el Sr. Douvillé arrancada de la masa principal é intercalada mecánicamente donde hoy se halla.

Las calizas con *Operculina complanata*, Orb., parecen intercalarse entre las margas con radiolarios del aquitaniense del Portichuelo, entre Jaén y Los Villares, al O. del cortijo del Zumbel Alto, ó de Ochoa, sobrepuestas al triásico de la garganta del río Frio y á la misma altitud que el cretáceo arrastrado en masa de Jabalcuz.

En las dos arrugas montañosas conocidas con el nombre del Mozón Blanco, al SE. de Mancha Real, se observa análoga disposición anormal que en la Serrezuela de Pegalajar de los terrenos cretáceos sobrepuestos al mioceno que rodea igualmente las dos cumbres, como un anillo que cubre directamente al triásico. Por denudación puede haber sido arrastrado en algunos sitios, como, por ejemplo, á dos kilómetros al S. de Pegalajar, junto al camino de Cambil, donde las calizas margosas cenomanenses están en contacto directo con el trias.

La prolongación oriental de esta faja miocena (no señalada en el Mapa general) cruza con un quilómetro de anchura entre Albarchez y Cuadro, asociándose á las citadas margas un conglomerado arcilloso-calizo de guijo menudo, sobre el que yace una caliza arenosa, amarillenta y rojiza, con ostras, peines y otras bivalvas.

A la derecha del barranco de la Venta Chica, al S. del camino de Jaén á Mancha Real, marchando de N. á S., se atraviesan las siguientes fajas de terrenos:

- 1.<sup>a</sup>—Margas triásicas que ocupan el fondo del barranco.
- 2.<sup>a</sup>—Margas neocomienses con algunos amonitos.
- 3.<sup>a</sup>—Margas numulíticas, sin fósiles, que se pueden confundir fácilmente con las anteriores.

táceo medio, 5, y el cretáceo superior, 6, que descuella en la Serrezuela y la Artesilla. Con un espesor de más de 150 metros, el mioceno forma un anillo continuo que rodea al cretáceo de la Serrezuela, y el contacto de ambas formaciones se sigue por la carretera de Granada y por el camino viejo que comienza en la venta del quilómetro 547. Las copiosas fuentes de Pegalajar brotan en la zona de

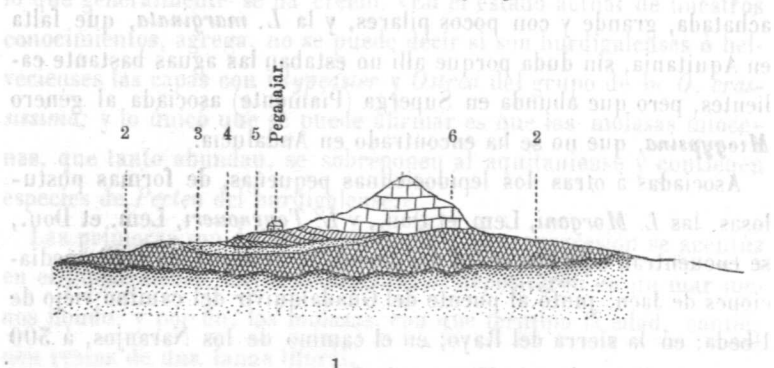


Fig. 98.—Corte por la sierra de Pegalajar, según el Sr. R. Douvillé.

contacto de los dos terrenos, y saliendo de este pueblo por el camino de Mancha Real, se sigue por el mioceno hasta el collado que divide ambos términos, donde afloran las margas blancas con radiolarios y trozos de arenisca llenos de foraminíferos.

Al N. del collado se levantan los últimos contrafuertes de la Artesilla con sus capas maestrichtienses con *Echinocorys tenuituberculatus*; y al S. del mismo se alza la escarpa del Mozón Blanco, formada de calizas más compactas que pueden ser senonenses. Desde el collado hasta Mancha Real se prolonga el mioceno sin interrupción.

Como suele suceder con los arrastres ó resbalamientos en grandes masas de los terrenos, el mioceno corta en bisel al cretáceo sobrepuesto; y así, en el collado que media entre la Artesilla y el Mozón Blanco, toca al terciario el maestrichtiense, y por bajo de la cumbre principal de la Serrezuela se interpone entre ambos el tramo vranconiense con *Turrilites Puzosianus*.

El contacto anormal del cretáceo y el mioceno se observa clara-

mente por el camino de herradura que sigue desde Pegalajar la base de las escarpas de la Serrezuela. Al S. del camino se extienden los lentejones de caliza con lepidociclinas, é inmediatamente encima de estos yacen las calizas sabulosas con dicho *Turrilites*, *Hemias-ter*, etc. Un poco más al E. se intercala, entre el mioceno y el vranconiense, una fajita de margas triásicas que supone el Sr. Douvillé arrancada de la masa principal é intercalada mecánicamente donde hoy se halla.

Las calizas con *Operculina complanata*, Orb., parecen intercalarse entre las margas con radiolarios del aquitaniense del Portichuelo, entre Jaén y Los Villares, al O. del cortijo del Zumbel Alto, ó de Ochoa, sobrepuestas al triásico de la garganta del río Frio y á la misma altitud que el cretáceo arrastrado en masa de Jabalcuz.

En las dos arrugas montañosas conocidas con el nombre del Mozón Blanco, al SE. de Mancha Real, se observa análoga disposición anormal que en la Serrezuela de Pegalajar de los terrenos cretáceos sobrepuestos al mioceno que rodea igualmente las dos cumbres, como un anillo que cubre directamente al triásico. Por denudación puede haber sido arrastrado en algunos sitios, como, por ejemplo, á dos kilómetros al S. de Pegalajar, junto al camino de Cambil, donde las calizas margosas cenomanenses están en contacto directo con el trias.

La prolongación oriental de esta faja miocena (no señalada en el Mapa general) cruza con un quilómetro de anchura entre Albanchez y Cuadro, asociándose á las citadas margas un conglomerado arcilloso-calizo de guijo menudo, sobre el que yace una caliza arenosa, amarillenta y rojiza, con ostras, peines y otras bivalvas.

A la derecha del barranco de la Venta Chica, al S. del camino de Jaén á Mancha Real, marchando de N. á S., se atraviesan las siguientes fajas de terrenos:

- 1.<sup>a</sup>—Margas triásicas que ocupan el fondo del barranco.
- 2.<sup>a</sup>—Margas neocomienses con algunos amonitos.
- 3.<sup>a</sup>—Margas numulíticas, sin fósiles, que se pueden confundir fácilmente con las anteriores.

4.º—Arenisca blanca con *Nummulites*, *Assilina præspira*, Dou.; *Alveolina* y *Orthophragenina*.

5.º—Margas sin fósiles.

6.º—Arenisca parda con impresiones de *Helminthopsis*.

7.º—Margas miocenas. El camino sigue largo trecho la línea de separación de esta última y de las anteriores.

El río de Torres descubre en su fondo el triásico, al cual se sobrepone, con unos 50 metros de grueso, las margas miocenas, que encierran lentejones de caliza con *Lithothamnium*, sobre uno de los cuales se edificó el castillo de Recena. A cinco kilómetros al E. de Maucha Real, siguiendo el camino de Jódar, entre estas calizas y las margas yesíferas del trias se intercalan las margas neocomienses y las capas aptienses con *Orbitolina lenticularis*. Algo más adelante de ese sitio, en dirección á Jimena, se desarrollan las margas miocenas.

Entre el cerro jurásico de Aznatin y Jimena se extienden las calizas con *Lithothamnium* y las molasas miocenas que en el camino de Jimena á Bedmar inclinan de 50 á 40° al S., como si fueran á colocarse anormalmente debajo de dicho jurásico.

En el puente sobre el Guadalquivir del camino viejo de Úbeda á Jódar, las capas terciarias se doblan en un anticlinal alineado de N.NE. á S.SO., inclinando 60° al O. las calizas con *Lepidocyclina marginata* que asoman en la margen izquierda y que son cubiertas en la opuesta por el plioceno. Este anticlinal se prolonga al N. por los cerros de Úbeda y de Doña Aldonza, situados en la rama occidental del pliegue.

A todas luces el burdigalense es más transgresivo que el aquitano, pues en muchos puntos de Andalucía se apoya directamente sobre el trias, ofreciéndose con tres tipos diferentes: el de las molasas, el de las calizas compactas y el de las calizas con *Operculina complanata*.

El de las molasas comienza por capas de grano basto en que abundan los cristalillos bipiramidales y las rocas verdes descompuestas, procedentes del trias, como se observa, entre otros sitios, en el Zum-

bel Bajo de Jaén, formado por las capas del burdigalense con señales de *Clypeaster* y de lamelibranchios. En otros parajes las molasas de este tramo contienen *Clypeaster altus*, *C. Leskei*, *Pecten Beudanti* y *P. præscabriusculus*.

A los datos anteriores, que debemos al Sr. R. Douvillé, podemos agregar los siguientes, recogidos por nosotros hace tiempo (1):

Al E. de La Carolina las arenas, margas de colores, fáciles de confundir con las del trias, y las calizas arenosas, coronan las cumbres del Triángulo y otras lomas prolongadas hacia Vilches. Continúan por Carboneros hasta Guarromán, de donde siguen á Bailén con algunas interrupciones del trias, como también sucede entre los kilómetros 299 y 501 de la carretera de Andalucía y desde el 502 y 505, mediando intermedia la fajita granítica ya descrita.

Debajo de las tierras de labor de mantos diluviales y de los aluviones que las ocultan con irregularidad y frecuentes interrupciones, asoman las margas inferiores en las inmediaciones del Guadalquivir, desde su unión con el Guadalimar hasta cerca de Marmolejo, en las depresiones que median entre Audújar y Arjona, por los términos de Villanueva de la Reina, Higuera, Cazalilla, entre Javalquinto y Linares, donde alternan con las oscuras otras blanquecinas; así como á dos kilómetros al N. de Audújar, donde se hacen magnesianas y de textura hojosa.

Alrededor del cerro de Iznatoraf, en las depresiones de los términos de Villacarrillo y Villanueva del Arzobispo, predominan las margas, así como en la parte inferior de La Loma, tanto en las vertientes al Guadalimar como en las del Guadalquivir. En varios parajes, tales como entre La Torre y Castro, se hacen muy arcillosas y muy á propósito para la alfarería.

Bancos de molasas con fucoides, alternantes con arenas y areniscas blandas amarillentas, se extienden entre la ermita de Lavilla y Porcuna, donde inclinan ligeramente al N.NO.; debajo de ellas, entre dos y tres kilómetros al S. de la población, yacen inferiores bancos

(1) *Bol. Mapa geol. de España*, tomo XI, pág. 46.

de arcilla con capas interpuestas de caliza cuarcifera, con foraminíferos; y pasado el río Salado el buzamiento de todas cambia en rumbo opuesto, es decir, al S.SE.

En las extensas planicies que median entre Jaén y Menjíbar ofrece el sistema idénticos caracteres. Las calizas cuarcíferas en capas horizontales sobresalen en la loma de Grañón y junto al cortijo de la Fuensanta, alternantes con arenas bastas, amarillentas, superiores á las margas que asoman en el fondo de algunos barrancos.

Entre Mancha Real y Baeza avanza al S. el mioceno formando una especie de golfo que penetra hasta Jimena y Garcíez. Esta población se halla edificada en las margas miocenas, entre las cuales hay bancos de caliza nodulosa y oolítica, con ostras, briozoarios y radiolas de *Cidaris*. Los mismos bancos de caliza se destacan en las agudas y recortadas crestas de los cerros de Figue y Ayozar, compuestos de capas fuertemente inclinadas al NE.

Entre Jimena y el cerro Natín se repite la alternación de margas y calizas, estas últimas nodulosas, oolíticas y concrecionadas, blanquecinas, con ostras y peines, inclinadas de 55 á 40° S. en las canteras de La Tabla. Siguen á ellas otras margas cenicientas análogas á las primeras, á las que son superiores las molasas amarillentas, las cuales, alternantes con calizas arenosas, se levantan sobre las margas entre Garcíez y la sierra de Jódar, en los cerros de Peña Rubia y Salmerón, donde los estratos, muy inclinados al E. 50° N., yacen discordantes con las margas neocomienses. La distinción de estas y las miocenas se hace muy difícil al N. y NE. de Jódar, en las confluencias del Jandulilla y del Guadiana Menor con el Guadalquivir. Los caracteres de unas y otras son muy parecidos, y las masas aluviales transportadas por los tres ríos cubren en muchos sitios las líneas de contacto.

La parte superior del mioceno, muy pobre en restos orgánicos, se compone de arenas, areniscas y molasas amarillas y gris-amarillentas, extendidas con mayor desarrollo por casi toda la faja. Sobre ellas están edificadas Arjona, Arjonilla, Cazalilla, Menjíbar y Javalquinto. Algunos bancos son fáciles de excavar y al propio tiempo de

bastante consistencia para abrir en ellos humildes viviendas, como sucede en los dos últimos pueblos y en otros varios. Desde Javalquinto los bancos de molasas y areniscas, con calizas muy sabulosas, tránsito á las primeras, constituyen la parte alta de La Loma de Ubeda.

Entre Baeza y Mármol se extienden horizontales las molasas, areniscas y calizas sabulosas de variable consistencia y color amarillento, raras veces rojizo. A la entrada de Mármol asoman debajo de ellas margas arenosas agrisadas, que continúan hasta un quilómetro al N. del pueblo, donde afloran calizas marmóreas rojizas y amarillentas, algo cavernosas, horizontales ó ligeramente inclinadas al O., á derecha é izquierda de la Fuente del Piojo. Con ellas se asocian las siguientes rocas que componen el sistema: *a*, margas rojizas y cenicientas, con manchas verdosas, ya compactas, ya deleznales, arenosas y terrosas; *b*, areniscas blanquecinas de grano grueso; *c*, calizas con ostras, briozoarios, granos y guijos cuarzosos. Según observa el Sr. R. Douville, este último tramo corresponde al burdigalense, y los otros dos al aquitaniense, con lepidociclinas.

Composición idéntica ofrece el sistema por el otro lado de la loma en la bajada de Villacarrillo á Santo Tomé ó los baños del Mogón, donde la caliza arenosa es fosilifera.

En la bajada de Villacarrillo á la barca de Guadalimar se siguen en más de cinco quilómetros las margas oscuras, que hacia su base contienen algunos lechos de molasas y arenas, como las que las cubren á lo largo de la loma. Por bajo de ellas y en capas horizontales asoman calizas compactas y sabulosas, blanquecinas y grises, cavernosas al exterior, que se prolongan sobre la izquierda del Guadalimar en dirección á Mármol y reaparecen al otro lado del río, extendiéndose por los alrededores de las Navas de San Juan. No baja de 500 metros el espesor que mide el mioceno desde Villacarrillo al Guadalimar.

A poco más de la mitad del camino de Villanueva del Arzobispo á Beas de Segura termina la faja miocena por calizas arcillosas y cuarcíferas, con trocitos de margas enclavadas en ellas. Sobre esas rocas

yace otra caliza concrecionada, pisolítica, blanquecina, cubierta á su vez por otra compacta, fosilifera, entre cuyas especies se encuentra el *Clypeaster altus*.

A la enérgica denudación causada por el Guadalimar se debe la separación de la faja principal miocena de otras manchas menos extensas que rápidamente vamos á enumerar.

La más importante se prolonga de O. á E. desde las inmediaciones de Arquillos á los términos de Las Navas de San Juan, Santisteban del Puerto, El Castellar, Soribucla y Chiclana. Predominan en ella las calizas sabulosas horizontales ó ligeramente inclinadas al NE. Con iguales caracteres existe otro pequeño islote al O. de Chiclana, á una altitud casi igual á la de Iznatoraf, justificando por su situación las enérgicas denudaciones que han actuado en la cuenca del Guadalquivir, desde la terminación del período mioceno hasta nuestros días; y en idéntico caso se halla otra mancha irregular que hay en las de Segura, separada del remate oriental de la principal por una faja triásica.

Varias manchas miocenas asoman entre cantos y tierras diluviales al N. de Linares y en las cercanías de La Carolina. Una existe situada á un quilómetro al N. de la Aldea de los Llanos, otra al O. de Carboneros y tres al S. de Los Cuellos, compuestas de margas sabulosas, arenas amarillentas y bancos con ostras de gran tamaño. Otro isleo, de reducidas dimensiones y de idéntica composición, se encuentra entre la carretera de Andalucía y el camino de Linares á La Carolina.

En varios de esos manchones hemos recogido distintas especies fósiles, entre las cuales merecen citarse las siguientes: *Clypeaster altus*, Leske; *C. tauricus*, Des.; *Ostrea crassissima*, Lam.; *O. pulchra*, Sow.; *Pecten complanatus*, Sow.; *P. maximus*, Lam.; *P. Jacobæus*, Lin.; *Panopæa Faujassi*, Men.; *Pholadomya alpina*, Math., y abundan también los moldes de varias especies de *Tellina*, *Cardita*, *Cardium*, *Conus*, *Cerithium*, *Turritella* y otros moluscos.

Un grupo de manchas miocenas existe en el extremo SO. de la provincia en los términos de Alcalá la Real y el Castillo de Locubín, irregularmente recortadas por el triásico, el jurásico y el numulí-

tico. Antes que la denudación del río del Castillo y de los arroyos y barrancos inmediatos hubiera alcanzado el desarrollo que hoy presenta, debieron todas estas manchas hallarse reunidas en una sola, dados los idénticos caracteres con que aparecen. Un hecho digno de atención es la grande altura á que llegan estas manchas, pues exceden de 500 metros sobre las altas lomas miocenas de Baeza, Arjona, Porcuna y otros puntos inmediatos. Como regla general, según puede observarse en la aldea de Santa Ana, dependiente de Alcalá la Real, se componen en su base de conglomerados, en su parte media de margas terrosas de colores claros, y en la parte superior de caliza fosilifera, en la cual abundan principalmente los briozoarios.

La mancha más extensa es la de Alcalá la Real, que llega por el E. hasta Frailes, y siguiendo al S. por la carretera de Granada, concluye á poco más de un quilómetro; por el SO. llega hasta los confines de esta última provincia en La Hortichuela, y por NO. avanza á Las Casorias y Fuente Alamo. Hacia este rumbo, las calizas más ó menos fosilíferas sobresalen entre las margas oscuras, las cuales asoman en las hoyas que existen entre uno y tres quilómetros al N. de Alcalá la Real, edificadas sobre una meseta pequeña formada por las molasas burdigalenses apoyadas sobre las margas aquitanieneses con globigerinas que ocupan todo el llano, sobrepuestas á las triásicas. Estas molasas, ó más bien calizas toscas sabulosas amarillentas, sobresalen en los cerros de San Pedro y La Camuña, prolongándose los mismos bancos á la sierra de San Marcos, donde se apoyan sobre las margas yesosas del valle de Frailes. En la zona media de la formación abundan los coralarios y briozoos, radiolas de erizos, dientes de *Squalus* y fragmentos de ostras, peines, esponjidos y otros lamelibranquios. Silvertop estimó en 140 metros el espesor del sistema en este punto <sup>(1)</sup>.

En el cerro de San Pedro abunda la molasa amarillenta, dividida en lechos delgados que en su extremo oriental caen repentinamente con 45° de inclinación.

(1) *A geological sketch*, pág. 37.



Las mismas calizas arcillo-sabulosas, que inclinan  $15^\circ$  al S. en el barrio de Santa Ana, coronan los cerros de Las Hortichuelas, al pie de los cuales se extienden las margas negruzcas infrayacentes.

A siete kilómetros al NO. de Alcalá se alza un grupo de cerros formados por conglomerados confusamente estratificados, que se utilizan para piedras de molino. No alcanzan la mitad de la altura de la sierra de La Camuña, de la cual están separados aquellos por un profundo barranco.

La parte alta del cerro en que se halla edificado Montenube, está compuesta de caliza arenosa amarilla con zoofitos y trozos de moluscos, irregularmente derrubada en peñones aislados, apoyada sobre areniscas de sistemas más antiguos.

Al N. de Alcalá hay otra mancha miocena que comienza á 500 metros al S. del Castillo de Locubín, y á la cual corta la carretera hasta cerca del kilómetro 21. Se compone principalmente de caliza amarilla conchera y sabulosa, inclinada  $25^\circ$  al N.; tiene una anchura media de dos kilómetros, y se extiende desde los cortijos de Charilla hasta las márgenes del Guadalcón, cerca de los molinos del Carrizal.

A la derecha del río del Castillo de Locubín, entre las margas del triás que la limitan al N. y las calizas jurásicas que la cercan por el S., se destaca de la mancha principal otra muy pequeña, junto al pueblo de dicho nombre, compuesta igualmente de caliza tosca, margas sabulosas y arenas.

Al SE. de Martos, en los cortijos de Cazalla, se encuentran nuevas señales del mioceno, representado por calizas sabulosas, con fragmentos de ostras y granos de cuarzo, pasando á un conglomerado, que sobresalen en el cerro del Molar y continúan hasta la Fuensanta. La extensión de esta mancha no baja de 12 kilómetros cuadrados, y tiene interés por ser intermedia entre la faja principal del Guadalquivir y el grupo de manchas del extremo SO.

Según nota del Sr. Douvillé, al NE. de Martos, junto al camino de Jaén, hay tres lentejones de caliza burdigalense con *Lithothamnium*,

*Clypeaster declivis*, Pom., y *C. parvituberculatus*, Pom., restos de una sola masa desgarrada, hundida hacia el S. y parcialmente recubierta por el cretáceo arrastrado de la sierra de La Grana. El primer lentejón tiene 400 metros de largo y 50 á 60 de grueso, y se halla á P. del empalme de dicho camino y el de Jamilena; el segundo se halla á 500 metros más al N., es mucho más largo y está cruzado por la carretera de Jaén en el kilómetro 21; y en el tercero, situado más al N., en el kilómetro 20, se ve un lecho de lignito inexplorable.

Las mismas calizas burdigalenses en el camino de Jaén á Granada son menos compactas, más sabulosas y pasan á una molasa fina, que se explota en la falda occidental de La Atalaya. En el monte Nando, de Jódar, alcanzan más de 400 metros de espesor, asomando más al S., en las márgenes del río Jandulilla, molasas duras con *Pecten* que parecen inferiores á las calizas. En la falda S. de dicho monte se ve el contacto de las margas inferiores miocenas con las calizas barremienses y las margas abigarradas aptenses.

A la derecha de la Venta del Fraile, junto á la carretera de Granada, sobre las dolomías infratriásicas, se aplican las margas blancas con globigerinas y radiolarios que á la izquierda del Guadalbullón se extienden poco trecho, pero que adquieren notable desarrollo sobre la margen opuesta, acompañadas de las molasas, las cuales continúan hasta el extremo occidental del cerro de La Atalaya. En el vértice de este último, por el lado de P., hay además un islote de las mismas molasas, que alcanza 1000 metros de altitud.

Otro islote de margas con globigerinas se sobrepone al triásico á cuatro kilómetros al NE. de Cambil, junto al camino de la Mata Begid, y tanto éste como el de la cumbre de La Atalaya, vienen á ser dos testigos del sistema que cubrió antiguamente mucho más espacio de terreno del que hoy se observa.

Otros isleos pequeños, comprendidos entre el triás y el cambriano, cubiertos á trechos por tierras y cantos diluviales, hay en las inmediaciones de Marmolejo, cerca de la confluencia del Guadalquivir y el Yeguas. Junto á la población apenas llega á cuatro metros

el espesor de este sistema, cuyas calizas sabulosas amarillas son ricas en fósiles siguiendo la carretera de Cardeña. En uno de los desmontes abundan las especies de *Clypeaster*, tales como *C. altus*, Leske; *C. tauricus*, Desor., y *C. Partschii*, Mich.

### Córdoba.

La casi totalidad del mioceno de esta provincia queda comprendida entre el Guadalquivir y el numulítico, con los límites señalados para éste, incluyendo además las masas diluviales y aluviales de que más adelante hablaremos. Quedan, sin embargo, á la derecha de aquel río algunos retazos, el principal de los cuales se extiende en las llanuras de Córdoba hasta el pie de la sierra, y varios irregulares que existen entre Palma del Río y Hornachuelos, al N. de este último, y entre Posadas y Villaviciosa.

Margas fuertemente impregnadas de arcilla, calizas arcillo-sabulosas y arenas, son las rocas que constituyen el sistema. Las primeras suelen ser de colores gris amarillento ó gris verdoso en la fractura fresca; producen tierras de labor de colores más oscuros, y suelen contener, aunque mal conservados, algunos restos orgánicos. Abundan éstos más en las calizas, que son amarillentas, llenas de oquedades producidas por los mismos fósiles, y en parte espatizadas por fragmentos de equinodermos. Las terceras se intercalan con las anteriores, formando lentejones irregulares, y pasan en varios sitios á areniscas deleznales. Así alternantes repetidas veces se presentan las capas miocenas entre Valenzuela y Bujalance, entre éste y Montoro, al S. y SE. de Córdoba, entre Lucena y Puente Genil, y en otros varios sitios que rápidamente vamos á mencionar.

Se debe advertir además que una parte de la faja señalada como eocena al S. del Guadalquivir debe ser trasladada al oligoceno ó al mioceno, pues según recientes observaciones del Sr. R. Douvillé, en el camino de Baena á Albeidín, al O. del cortijo de Once Ollas, se extienden unas margas en que abundan las lepidociclinas (*L.*

*Schlumbergeri*, Lem. et Douv.; *L. marginata*, Micht.; *L. Morgani*, Lem. et Douv., y *L. Tournoueri*, Lem. et Douv.), que se citaron de varias localidades de Jaén.

Por el contrario, es fácil que las capas superiores del terciario de Montilla, Aguilar, La Rambla y otras localidades inmediatas correspondan más bien al plioceno que al mioceno.

En cambio, más bien que diluviales, han sido clasificados de miocenos, comparables á los de la cuenca de Granada por los Sres. Bertrand y Kilian, ciertos depósitos de cantos sueltos alternantes con lechos sabulosos que se ven cerca de Torres Cabrera y de Puente Genil. Nosotros, sin embargo, no hemos visto aún pruebas suficientes para separarlos del cuaternario.

En Villafranca de Córdoba representan el aquitaniense ó el burdigalense unas calizas con *Operculina complanata*, Orb., restos de *Clypeaster* y otros equinos. Son unas calizas toscas que se prolongan más al O. por ambos lados del Guadalquivir en el término de Córdoba. Las canteras del Brillante que hay abiertas á dos kilómetros al N. de la capital, han suministrado, entre otros fósiles, la *Terebratula grandis*, Broc., varias especies de bivalvas y de dientes de peces.

Sobre las gredas que hay al pie de Montilla yacen en la misma ciudad las arenas amarillas inclinadas 5° al NO., intercalándose en ella varios lechos de arcilla plástica azulada y amarillenta. Las gredas inferiores se prolongan al S. hacia la fuente del Álamo, conteniendo cristales y vetillas de yeso, y son muy sabulosas en los barreros de Santa María, donde encierran restos de *Pinna*, *Arca*, *Venus*, *Tellina*, *Natica*, é inclinan 42° al O., presentándose inferiores las calizas toscas amarillas, tabulares, las cuales en las canteras del Pico de Ciudad Real y de los Hilillos se encorvan con buzamiento opuesto. Abundan en estas canteras los dientes de peces, las radiolas de equinos y los briozoos, además de diferentes especies de moluscos. Estas capas de caliza avanzan por el N. por la fuente del Tintín hasta cerca del cortijo de Dos Hermanas, y en rumbo opuesto continúan por las canteras de la Cruz, hace tiempo abandonadas, cubiertos los

hoyos antiguos por tierras de cultivo en más de 250 metros de largo por 150 de ancho. Los bancos de la caliza tosca amarillenta, casi terrosa y fosilífera, inclinan en ellas de 10 á 15° al NO., viéndose en la pasta de la roca muchos cristallitos de cuarzo bipiramidales. Estas capas miocenas quedan cortadas á 500 metros más al S. al comienzo de la cañada del Mimbres, ocupada por margas negruzcas, tal vez eocenas, y por otras yesíferas y salíferas asociadas á las calizas del triás.

Las margas oscuras rodean varios islotes de calizas triásicas en la hoya que se extiende entre Montilla, Espejo, Monturque y la salina de Duerna, según se ve en Piedra Cuta, Piedra Luenga, Molino de Alveán, cortijos de las Dos Hermanas, de Porras y de Rotiles, y todavía más al S. en la cañada y las salinas del Mimbres, entre Montilla y Aguilar.

La abundancia de islotes triásicos entre las margas terciarias de esta parte de la provincia denotan que estas últimas tienen por aquí espesores mucho menores que los que se observan más al N. Un islote neocomiense con abundancia de ammonitos piritosos acompaña por el lado del N. al islote de Piedra Luenga, que es notable por un criadero de hierro poco extenso que encierra.

Al O. de Montilla, sobre las gredas oscuras yacen mantos de arenas blanquecinas y amarillentas, en sitios cubiertos por tierras rojas diluviales, según se ve pasada la fuente del Cuadrado, de cuyas aguas se surte copiosamente la población. Esos mantos diluviales son de poco espesor, pues marchando en dirección á La Rambla, á cada paso asoman las arenas y gredas sabulosas.

A poco más de un kilómetro al NO. de La Rambla, junto á la carretera de San Sebastián, en el cerrillo de Los Linares, están los barreros, ó sean las canteras de un barro fino ó arcilla gris azulada con manchas amarillas, muy suave y untuosa, que se cuarteja en prismas pequeños al contacto del aire y que se aprovecha para diversos trabajos de alfarería.

Al O. de La Rambla, y en la salida del pueblo para Santaella, yacen las gredas sabulosas más bastas en capas horizontales, que están

cruzadas diagonalmente por una falla inclinada 70° al SO., en virtud de la cual descienden á su prolongación las arenas amarillas compactas. Ambas rocas se utilizan mezcladas para la fabricación de tejas y ladrillos. Las gredas contienen *Panopæa Faujasi*, moldes de *Schizaster* y también de *Lucina*, *Venus* y otras bivalvas.

A un kilómetro de La Rambla, en dirección á Montalbán, se ocultan las gredas bajo una costra de travertino blanco terroso, hasta la bajada al segundo pueblo, en que reaparecen las arenas y gredas arenosas, que, como es frecuente, envuelven pequeñas concreciones de caliza blanca, terrosa también.

Las margas oscuras quedan interrumpidas ó cortadas por un islote de calizas y yesos, acompañados de ofita, en la salina de Mal Abrigo y los erizados peñones de Las Zorreras. En el pintoresco tajo con que estos terminan por el lado del SE., se sobreponen directamente á los yesos del triás las calizas muy sabulosas miocenas, en las que abundan las especies de *Pecten* y las radiolas de equinos, á las que se sobreponen las arenas.

La prolongación septentrional de estas últimas se sigue entre Montilla y Montemayor, viéndose con notable desarrollo en el llano del Mesto, á mitad del camino de ambas poblaciones, recortándose en gradones escalonados por la cañada de la Huerta y Prado de la Villa, donde sus bancos inclinan de 5 á 8° al NO. Algunos presentan bastante coherencia y pasan á areniscas blancas, en las que abundan los nódulos y trocitos prismáticos de gredas y arcillas.

Un banco negruzco de gredas sabulosas se intercala más al NE. en la Fuente de las Vacas, á poca distancia al O. del cortijo del Castillejo; y á 500 metros más al O., en el cerro Potosí, las areniscas amarillas se alzan con 30° de inclinación al SE., sobrepuestas al hoyo del Chorrillo, que tiene de cuatro á cinco kilómetros de diámetro, y está formado de las gredas oscuras, que miden unos 80 metros de espesor.

A 500 metros al S. de Montemayor, en los cerros del Calvario, se cruzan los bancos de arenas amarillas y blanquecinas, tránsito á areniscas, inclinadas 50° al NE., que en su parte inferior, en contacto

con las gredas, comprenden lechos de 15 á 50 centímetros de grueso de aglomerados pedregosos de guijo menudo.

Las mismas capas sabulosas continúan entre Montemayor y Fernán Núñez, á trechos cubiertas por mantos diluviales; pero al E. de ambos pueblos quedan enteramente cortadas, asomando las tierras negras que pueden ser producto de la descomposición de las margas eocenas. Estas se muestran más claramente, blanquecinas y hojosas, en el cerro del Albercón y otros que rodean el cortijo de los Alamillos. Con tales margas alternan unos lechos delgados de caliza, en la cual se ven señales de numulitos pequeños y otros más gruesos de areniscas y molasas tabulares, en las que se perciben vestigios vegetales.

En el cerro del Castillo de Aguilar, las capas de caliza muy sabulosa y de arenisca amarillenta inclinan 40° al SE., y se prolongan todavía más levantadas á dos kilómetros al E. de la población, junto á la carretera de Cabra, pasando de allí al NE. de la ciudad sobre el barrio de San Cristóbal, donde se tienden hasta los 3° con el mismo buzamiento.

Entre Aguilar y Monturque, por las lomas de la Campiñuela, yacen sobre las calizas las arenas y areniscas tiernas, que pudieran corresponder más bien al plioceno.

Sobre las margas blanquecinas y foliáceas, probablemente eocenas, de las hoyas del Rincón y de la Aldea de los Zapateros, que sobresalen en los cerros de Los Moriles, se extiende en Monturque una faja de caliza blanquecina y amarillenta, que son explotadas en Las Canteruelas y en la Peña del Águila. Abundan los fósiles en esta caliza (*Ostrea*, *Pecten*, *Ditrupa*, briozoos, etc.), y á trechos está cubierta por gredas con granillos de cuarzo y trocitos verdosos de tierras clóriticas. Al SE. del pueblo rodea un islote, alargado al SO., de arcillas abigarradas yesíferas y brechas de caliza magnesiana del trias, reducido á un espacio de 200 metros de largo por unos 100 de anchura.

La Piedra del Cid, inmediata á la carretera de Lucena, es otro promontorio de caliza blanda, igual á la del Águila, y en la cual se

encuentran además dientes de peces de distintas especies y cristallitos bipiramidales de cuarzo rojo, ahumado y hialino. Inferior á estas calizas yace un banco de conglomerado de cantos pequeños, también calizos, que se descubren en la bajada de Monturque á la carretera.

Margas sabulosas grises y amarillentas se extienden entre Montalbán y Santaella, edificadas, en parte, sobre arenas y areniscas deleznales en lechos horizontales.

Por regla general, solo en retazos aislados aparece el mioceno á la derecha del Guadalquivir. Una exigua manchita se encuentra al N. de Montoro, pasado el molino de Benítez, representado por delgados lechos de caliza brechoide con fragmentos de ostras.

A L. del castillo de Albaida, potentes bancos de caliza tosca miocena, muy fosilífera, se descubren en las hondas depresiones que en tiempos antiguos fueron las canteras de la capital, y algunos de aquellos pasau á conglomerados y brechas por la gran cantidad de cantos redondos y angulosos, guijo y fragmentos de fósiles que se entremezclan en la caliza. Entre los últimos se reconocen varias especies de los géneros *Clypeaster*, *Pecten* y *Ostrea*.

En el término de Hornachuelos se encuentran una porción de isleos entre el cambriano, siendo completa la discordancia de los bancos miocenos, casi horizontales, y los paleozóicos, verticales ó muy inclinados. Todos aquellos tienen la misma composición, como fragmentos que restan de una masa continua, rasgada por la denudación en muchos puntos, y consisten sus bancos en calizas algo arcillosas, más ó menos compactas, fosilíferas, de color amarillento.

En los llanos de Luchena existe la mancha más septentrional; al S. de ella aparece otra mayor que comienza en el cortijo de Santa Cruz, se prolonga hasta Hornachuelos y está irregularmente limitada en las escarpas del Bembézar y del enorme barranco que se abre al pie de dicho pueblo. Un tercer manchón asoma á la izquierda del arroyo de la Paloma; otro muy pequeño entre éste y el de Mahoma, desde el cual hasta la bajada á la estación de Palma del Río, con la anchura de tres kilómetros, se extiende otro mayor que los anteriores y de

composición diferente, pues por bajo de las calizas que más adelante reaparecen, constituyen las hondouadas y llanos de la comarca las margas muy arcillosas de color gris obscuro.

Entre Hornachuelos y el convento de los Angeles, sobre la opuesta margen del Bembézar, y á la izquierda del camino de Villaviciosa, se ve otra manchita miocena, compuesta de arenas y bancos de caliza tosca, donde es notable, entre otras especies, la *Ostrea crassissima*, Lam. (var. alargada), algunos de cuyos ejemplares pasan de 40 centímetros de longitud.

Dos manchas miocenas hay al N. de Posadas: la mayor se encuentra á la izquierda del camino de Villaviciosa, y se compone de las mismas calizas que la anterior, con ostras igualmente de gran tamaño; la menor aparece entre las masas diluviales de la población y las primeras capas cambrianas, y se compone de caliza tosca asociada á una brecha calcáreo-arcillosa.

### Málaga.

La mayor parte del mioceno de esta provincia es de origen marino; pero hay algunas manchitas de exiguas dimensiones que son de formación de agua dulce.

#### MIOCENO MARINO

Conforme hicieron notar los Sres. Michel Levy y Bergeron, á la elevación del suelo, ocurrida al fin del eoceno, sucedió un nuevo descenso durante la edad helvética; y mientras el mar mioceno penetraba por el val'e del Guadalquivir y asomaba en los diferentes golfos donde anteriormente se depositaron las areniscas y margas eocenas, la porción meridional de Andalucía permaneció en seco.

Según observó hace muchos años el laborioso ingeniero Alvarez de Linera, el mioceno marino, lo mismo que en las provincias limi-

trofes, se compone de una caliza tosca, arenosa, ligera y cavernosa, que llaman *cantillo* en el país, y en la que se ven restos de *Clypeaster*, de *Cardium*, *Ostrea*, *Pecten* y otros moluscos. Sus capas miden de 1<sup>m</sup>,50 á dos metros de grueso; buzau al NO. en las faldas del cerro de San Antón, en el Campo Santo de Málaga y en las Huertas Altas de esta capital, y se enlazan con otras de igual naturaleza que yacen más á L. en las canteras del Obispo, cerca del Castillo del Marqués en el camino de Vélez, y con otras más potentes que yacen en la falda oriental de la sierra de Mijas, por las inmediaciones de Alhaurin el Grande.

La línea férrea de Córdoba atraviesa cerca de La Pizarra unos desmontes abiertos en grandes depósitos de cantos gruesos, alternantes con lechos sabulosos muy inclinados. Estos depósitos, más bien que diluviales, han sido clasificados como terciarios por los señores Bertrand y Kilian, viendo en ellos una reproducción de los conglomerados del mioceno superior (*blockformation*) de la cuenca de Granada.

Las manchitas de Antequera, compuestas en su base de conglomerados de cantos muy grandes, señalan el litoral del mar helvético, sucediendo á esas rocas las calizas sabulosas ó molasas, que en la salida de Antequera para Archidona ofrecen un curioso ejemplo de estratificación entrecruzada. Al pie del Torcal de Antequera contienen ostras de gran tamaño (*O. crassissima*, *O. gingensis*).

Según ya observó Silvertop, la manchita de Antequera sobresale en varias colinas con una longitud de unos 14 quilómetros, superpuestas á las margas yesosas del secundario, comprendida entre el puerto de la China y la torre de Gandía, con un ancho que varía entre uno y tres quilómetros, é interrumpida ó cortada por el lado del N. hacia la Vega con pequeñas escarpas en el cerro del convento de la Magdalena; mide unos 50 metros de espesor este depósito, que en sus capas inferiores consta de caliza tosca amarillenta con algunos aunque escasos restos de conchas y corales; en su parte media se hace blanquecina con lechos más fosilíferos, y en sus capas superiores presenta una arenisca cuarzosa y micáfera de cemento calizo,

también amarilleuta. Al S. de Antequera y en la subida al puerto de la Escaruela, se hallan fragmentos de los géneros *Pectunculus*, *Cardita*, *Lucina*, *Trochus* y *Lithodomus*, y varias ostras, entre ellas una var. de la *O. crassissima* de gran tamaño.

Con buzamiento meridional las capas se alinean al NO. generalmente; pero entre la Torre del Hacho y el puerto de la China, tuercen al N.NO., y más á P. se desvían al O.NO. con más fuerte inclinación junto al convento de la Magdalena, rematando con la de 50° al S. en un corto trayecto al pie de la torre de Gandía.

Inmediatos á la mancha principal hay otros tres islotes, uno de ellos el de la cantera de los Capuchinos, que es una masa aislada de caliza tosca cuarzosa amarilleuta con trocitos de conchas, y la cual se alza unos seis metros sobre el llano cultivado de la población. El segundo islote es el de la cantera de la ciudad, situada á tres kilómetros al O. de la anterior, y donde la misma roca fosilífera se divide en estratos de uno á uno y medio metros de grueso, ligeramente inclinados al S. El tercer islote sobresale en el cerro de la Cruz ó del Calvario, y se compone de arenisca cuarzosa que contiene un *Pecten* pequeño y restos vegetales, y se divide en lechos de variable espesor suavemente ondulados.

A 11 kilómetros al O.NO. de Antequera sobresale otro islote mioceno en el cerro cónico llamado El Castellón, compuesto, según Silvertop <sup>(1)</sup>, de una arenisca dura y compacta, tránsito á un conglomerado rojizo y amarillento, sin señales de estratificación. A tres kilómetros al O. del mismo cerro se halla otra manchita del sistema en la cantera de Barcequillo, también de arenisca amarilleuta hecha de trocitos de cuarzo cementados por caliza, sin que se vean en la masa caras de junta ni más restos que fragmentos de ostras.

Más al O. todavía, entre Gobantes y el Chorro, la molasa helvética ocupa las cumbres inmediatas á los túneles 1 á 4 del ferrocarril de Málaga.

Las manchas miocenas que hay en la vertiente septentrional de la

(1) *A geological sketch*, pág. 28.

serranía de Ronda corresponden á la edad helvética, á juzgar por las especies fósiles recogidas hace tiempo por Verneuil, y entre las cuales figuran los *Pecten Rollei*, Hörn.; *P. præscabriusculus*, var. *Talarensis*, Kil., y *P. Reussi*, Hörn.

Esas mismas especies las encontraron los Sres. Bertrand y Kilian en el helvético de la parte septentrional de la provincia de Málaga, y además el aspecto litológico de los depósitos es el mismo en Ronda que en Alhama de Granada. El Tajo de Ronda es un corte en un conglomerado de más de 200 metros de espesor, semejante á los helvéticos de Alhama, y por bajo se ven en las dos localidades unas arenas semejantes entre sí, que en ese último punto contienen fósiles de la misma edad.

Aunque esos depósitos de la planicie de Ronda se hallan situados á una altitud de 747 metros, dependen, sin embargo, del golfo mioceno que se extendía por el valle del Guadalquivir y penetraba hasta cerca de Granada, formando parte de ellos los isleos helvéticos de Gobantes y de Alora, á la altitud de 500 metros próximamente. El mar de esta edad dejó sus huellas al N. de Gibraltar, donde Smith señaló la existencia de materiales idénticos.

Parece, pues, que el mar mioceno contorneó la serranía de Ronda sin penetrar en ella, y sólo se reconocen sus vestigios al N. y al O., pues la parte meridional está ocupada únicamente por depósitos eocenos y pliocenos, y por ese rumbo el mioceno ya no se ve sino en las costas de África, y en España más á L., lo cual indica que la isla ó península levantada al final del numulítico persistió durante el mioceno medio.

Supone el Sr. Calderón que son miocenas unas margas abigarradas sobrepuestas á las calizas y areniscas que rodean la laguna de Fuente Piedra por el lado del SE. <sup>(1)</sup>. Estas margas, que tienen el aspecto de las triásicas, están cortadas por la vía férrea hasta cerca de Bobadilla, comprendiéndose en ellas unos lechos muy delgados y suavemente ondulados de una caliza basta, blanca y terrosa que en sitios se hace glauconosa.

(1) *Act. Soc. Hist. nat.*, tomo XVII, pág. 75.

Dichas margas contienen masas de yeso, también abigarrado, que presenta considerable espesor en el arroyo de Las Tinajas, donde se explota. Este yeso es producto metamórfico de la tosca, por la influencia epigénica de las ofitas allí inmediatas.

Entre Marbella y Rioverde, sobre un depósito de origen lacustre, yace otro marino con varias especies de *Ostrea*, *Clypeaster*, *Pecten*, etc., y el espesor del cual está comprendido entre 50 y 80 metros, según Maestre (1).

#### MIOCENO LACUSTRE

A mediados del siglo anterior distinguió Alvarez de Linera en la Hoya de Málaga, cruzada por el río Guadalhorce, dos formaciones terciarias diferentes: una inferior de origen de agua dulce, y otra superior de origen marino (2).

La primera yace bajo las arcillas plásticas del plioceno de los Tejares con restos de limneas y ciclostomas, compuesta también de arcillas azuladas, que se extienden más á P. al pie de la sierra de Cártama.

Al pie de la sierra de Mijas, de dos á cuatro kilómetros al N. de Fuengirola, hay un depósito de caliza ligera y cavernosa en que se ven algunas señales de limneas que denotan su origen lacustre. Por la facilidad con que se corta y se labra esta roca, llamada *cantillo*, se usa mucho en las construcciones del país.

En la Fontanilla de Marbella, sobre terrenos antiguos, yacen unas capas de calizas azuladas compuestas de fractura concoidea, en que abundan los *Helix*, *Bulinus* y otros géneros de gasterópodos pulmonados.

#### Sevilla.

Hasta la fecha, pocos datos hay recogidos del mioceno de esta provincia, y en su mayor parte se deben al Profesor Sr. Calderón, según el cual el mioceno está constituido en Morón por una caliza

(1) *Anales de Minas*, tomo IV, pág. 469.

(2) *Rev. Min.*, tomo II, pág. 240.

amarillenta un poco deleznable, en la cual se intercalan delgados lechos de marga arcillosa blanquecina. El mismo geólogo, en un interesante estudio que hizo acerca de las oscilaciones post-miocenas del valle del Guadalquivir (1), examinó detalladamente las capas terciarias de esta parte de la provincia, aclarando después sus observaciones en otro trabajo posterior (2), y en el cual consigna desde luego que en un principio no pudo seguir la sucesión de varias capas, merced á haber hallado algunas en depósitos aislados, ó por haber sido levantadas ó hundidas en sentido horizontal, aparentando relaciones estratigráficas engañosas. Con razón advierte que la distinción de los sistemas mioceno y plioceno en Andalucía es bastante difícil, por la repetición en ambos de rocas análogas, por la comunidad de muchos de los fósiles más frecuentes y por la escasez de datos estratigráficos, á causa de la horizontalidad de los estratos.

Examinando atentamente el cerro en que pintorescamente se asienta la ciudad de Carmona, pudo establecer el Sr. Calderón la sucesión de los niveles terciarios que á continuación se expresan:

1.—Al pie de los cerros, respetados por la denudación, á la margen del Guadalquivir, se extiende la vega de Carmona, de proverbial feracidad, constituida por un espeso manto de arcilla gris margosa, esméctica, con bastante hierro y en algunos sitios algún tanto impregnada de sal. Allí se producen los renombrados aceites y trigos de esta comarca, y constituiría una de las mejores vegas de Andalucía, si no la primera, á ser más abundante en aguas.

2.—Sobre el horizonte de las arcillas reposa una arenisca arcillosa homogénea, amarillenta, de débil espesor (cinco metros en Carmona), que es probable contenga foraminíferos, como suele suceder en otras areniscas miocenas de la región. Frente á Carmona se dobla en pliegues cortos, dando superficies alabeadas que originan cavidades, como la Cueva de la Batida.

(1) *Movimientos pliocénicos y post-pliocénicos en el valle del Guadalquivir*. *An. Soc. Esp. de Hist. nat.*, tomo XXII.

(2) *Estructura del terreno terciario del Guadalquivir en la prov. de Sevilla*. *Bol. Mapa geol. de España*, tomo XX, pág. 343.

3.—Termina superiormente el mioceno por una caliza arenácea, detrítica, dura, amarillenta y muy fosilífera. Es la roca llamada en el país *cantera* por el empleo que tiene y ha tenido desde el tiempo de los romanos, los cuales la explotaron en grande escala en muchos sitios á ambos lados del Guadalquivir. Junto á la ermita de la Virgen de Gracia se hallaron varios huesos de un ballenato, así como también las especies siguientes: *Clypeaster altus*, Lam.; *C. pyramidalis*, Mich.; *Ostrea crassissima*, Lam.; *Pecten aduncus*, Echw.; *Cardita crassa*, Desh.; *Cardium* aff. *hians*, Broc.; *Balanus*, y dientes de *Oxyrhina* y *Lamna*.

Las tres formaciones indicadas son concordantes, y sus capas, casi siempre horizontales, por excepción se alzan hasta los 45° en la base de estos cerros, para recobrar su posición habitual en la ladera opuesta de la vaguada del río. Es probable que las tres formaciones correspondan al helveciense, perfectamente caracterizado en Sierra Morena por sus bancos de *Heterostegina costata*, d'Orb., y otros fósiles, particularmente sus grandes *Ostreas*, *Clypeaster* y huesos de pequeños cetáceos.

Siguen á estas capas otros tres niveles pliocenos, en los cuales se repite idéntica sucesión de arcillas ó margas azuladas, de areniscas grises y de calizas sabulosas amarillentas con que termina la serie terciaria. En esta uniforme repetición de las mismas rocas en ambos sistemas, reconoció el Sr. Calderón los efectos de dos movimientos de ascenso, separados por un intervalo de reposo, el último de los cuales determinó la emergencia del valle del Guadalquivir, al mismo tiempo que se rompía el actual estrecho de Gibraltar.

En las cercanías de Osuna el sistema está representado por una arenisca cuarzosa muy dura y ferruginosa, de color parduzco, en la que se hallan restos de *Dentalium*, *Cardium* y otros moluscos. La misma roca se prolonga extensamente entre Gandul y Carmona, formando parte de la sierra del Azor, según hace mucho tiempo observó Silvertop.

Al otro lado del Guadalquivir, en las últimas estribaciones de Sierra Morena, se observa una composición idéntica del sistema. Sobre

las pizarras cambrianas fuertemente dislocadas, y en contacto con el granito porfídico atravesado por diabasas cristalinas que asoman en el arroyo del Molinillo, al NO. de Guillena, se extiende con 60 metros de altitud una fajita formada de un conglomerado calizo, en bancos horizontales, que contienen, entre otras especies costeras, *Clypeaster insignis*, Seg.; *C. altus*, Lam.; *C. pyramidalis*, Mich.; *Ostrea crassissima*, Lam.; *O. Velaini*, Mun. Ch.; *Pecten gigas*, Schl.; *P. Beudanti*, Bast.; *P. cf. Besseri*, Andr. Esta faja está limitada al S. por una falla, á la que se ajusta la ribera de Huelva, y en virtud de la cual se halla en contacto anormal con las margas pliocenas que á primera vista parecen infrayacentes, según observó el Sr. Calderón (1).

En el sitio llamado Valdelahiguera, al O. de Guillena, termina el mioceno con un conglomerado calizo que empasta trozos de cuarcita y pizarra y restos de ostras de gran tamaño, *Clypeaster*, *Balanus*, *Serpula* y dientes de escualos. El sistema forma por esa parte una estrecha fajita, cuyo espesor va en aumento á medida que se aproxima á Gerena, apoyándose en unos sitios sobre el granito y los pórfidos, y en otros sobre las pizarras cambrianas.

Al hullero de Villafranca del Río se sobreponen, conforme observó Lau, hace medio siglo (2), estos tres miembros terciarios:

1.—Calizas, arenas y molasas burdigalenses, con *Ostrea crassissima* y *Clypeaster altus* = 50 á 40 metros.

2.—Arcillas y margas plasencienses = 60 á 70 metretros.

3.—Molasas pliocenas — 10 á 12 metros.

En el conglomerado de la base de la molasa, junto á la casa de la compañía «Aurora,» en Peñafior, se encuentran, entre otros fósiles miocenos, *Clypeaster insignis*, *C. altus*, *Ostrea crassissima*, *O. Velaini*, *Pecten*, *Balanus* y dientes de escualidos.

(1) *Anales Soc. esp. Hist. nat.*, tomo XXII, pág. 10.

(2) *Notes du voyage sur la Sierra Morena et sur le Nord de l'Andalousie. Ann. des Mines*, 5.ª serie, vol. XII, pág. 573.



### Cádiz.

En una potente formación de arcillas y margas gris-azuladas del valle del Guadalete debe hallarse la línea de separación del eoceno y del mioceno, entre los cuales es probable se intercale una faja oligocena que queda por estudiar. En los desmontes de la carretera de Arcos á Bornos se ofrece bastante completa la serie terciaria de esta provincia, desde las margas blancas y las yesíferas del eoceno hasta las arenas pliocenas.

Los bancos de caliza tosca y fosilífera del mioceno, que tanto desarrollo tienen en las otras provincias de la cuenca del Guadalquivir, se extienden en la de Cádiz desde los montes de Espera hasta las sierras Rabita y de Asnar. En algunos sitios de los montes de Espera es semicristalina, y está teñida de amarillento y rojizo por los óxidos de hierro. Se extiende la misma formación por las sierras del Calvario y de Santiscar, cortadas por el Majaceite en la angostura de Bornos, prolongándose al E. hasta cerca de Prado de Rey; pero todavía no ha sido objeto de estudios esmerados.

Según varios cortes trazados por Macpherson, los estratos miocenos de esta provincia estuvieron sometidos á grandes presiones, lo mismo que los eocenos, plegándose casi por todas partes á causa de la acción epigénica que, con su producción de grandes masas de yeso, fué tan enérgica en esta parte de la Península. Comprendido entre el eoceno y el plioceno el sistema que describimos, asoma en siete fajas ó manchas más ó menos desgajadas entre sí, desde Chiclana á Vejer. La primera en el cerro de Santa Ana, cerca de Chiclana, donde inclinan las capas al NO.; la segunda en el Molino de Viento, donde se doblan en el primer sinclinal; la tercera en la Fuente Amarga, donde se presenta el segundo sinclinal; la cuarta con buzamiento meridional entre la Viña del Comandante y el Pinar del Hierro, á la salida del cual, en pequeña extensión, asoman bajo el plioceno unas margas yesíferas, probablemente miocenas. La quinta

faja aflora, inclinada al NO., en la bajada del puerto de la Lobita al Salado de Conil; en la subida de este último á los altos de Patria se cruza la sexta, formada de arenas, margas y la caliza conchera; y por fin, entre esos altos y Vejer, asoma la última faja con los bancos doblados en un anticlinal.

Entre el Zurraque, cerca de Puerto Real y la sierra de los Tabones, pasando por el Berrueco y el Pico del Aguila, hay cuatro asomos miocenos. En el primero, muy pequeño, sito en la Salineta de Guerra, las capas inclinan al NO., entre las pliocenas y las eocenas. El segundo comprende el Pico del Aguila (247 metros), donde se doblan las areniscas en un sinclinal, cuyo eje coincide con la cima del monte, y se prolonga hasta la sierra del Aljibe, á través de varios cerros de igual composición. El tercer asomo se extiende ampliamente por la dehesa Arenales y la Mesa de Casas Viejas, doblándose sus areniscas en un anticlinal junto al Molino de Badalesos, y en el centro de cuyo pliegue asoma una fajita eocena. Antes de alcanzar la cumbre de dicha Mesa, que es una planicie de cuatro kilómetros de largo, cubierta por mantos diluviales, las areniscas pasan á una caliza tosca sabulosa idéntica á la de los Altos de Patria y de Vejer. Dóblanse los bancos de la Mesa en un suave sinclinal, y al pie de ella, junto á la laguna de Janda, asoman de nuevo las areniscas, que reaparecen más al S. violentamente dislocadas é inclinadas al SE. en la sierra de los Tabones.

Los ejes de los pliegues de estos dos cortes y de otros inmediatos que pudieran trazarse conservan cierto paralelismo, sin más diferencia que, mientras según una línea, sólo se encuentre un pliegue entre dos ejes sinclinales que se correspondan, en otra línea habrá dos ó más distintos ó aislados.

### Huelva.

Poco desarrollo en extensión y potencia tiene en la provincia de Huelva el mioceno, representado exclusivamente, según dice el señor Gonzalo <sup>(1)</sup>, por una caliza cavernosa, de grano basto, amarillenta y

(1) *Descrip. fis., geol. y min. de la prov. de Huelva*, pág. 554.

de fractura desigual. Aunque blanda y deleznable si conserva el agua de cantera, cuando esta se evapora se endurece bastante, y tiene buena aplicación para las construcciones comunes del país.

Si bien quedó reducido el sistema á pequeñas manchitas, estas debieron formar un conjunto unido, alineado de E. á O., ensanchado hacia su extremo oriental. Sus capas yacen horizontales ó ligeramente inclinadas al S., discordantes sobre las pizarras y grauwaackas del culm ó las pizarras silurianas; y la frecuencia con que en ellas se ven empastados almendrillas y grauos de cuarzo y otras rocas duras, denota que se verificó su sedimentación en un mar poco profundo á poca distancia de la costa. Sus elementos son detriticos, procediendo algunos de la destrucción de la caliza del estrato-cristalino de la sierra de Aracena, y otros de las venillas de cuarzo de los filones que atraviesan las rocas antiguas.

En San Bartolomé de la Torre el sistema se reduce á dos manchitas que apenas medirán una hectárea, y en las que abunda la *Ostrea crassissima*, acompañada de *Pholadomya* y otros moluscos.

También se hallan otras manchitas en la proximidad del barranco de la fuente de Aroche, en término de Gibraleón, al NE. de cuyo pueblo, por ambos lados del arroyo del Puerco y en la dehesa del Partido, hay otros islotes de caliza igual á la de San Bartolomé.

En las viñas del Miradero, á dos kilómetros al N. de Beas, hay otro isleo parecido que contiene gasterópodos y que está cubierto por un manto diluvial de un metro de espesor.

Cuatro islotes muy pequeños y de escaso espesor se alzan junto al barranco de la Torre, á tres kilómetros al NO. de la estación de Gadea.

La villa de Niebla está edificada sobre un cerrito mioceno, separado por la denudación de otros de la misma edad que se ven por ambos lados del Tinto, unos cubiertos por las arenas pliocenas, y otros por un manto diluvial, 4, como se indica en la figura 99.

Los números 1 y 2 corresponden respectivamente á las pizarras y grauwaackas del culm.

Al SE. de Niebla, sobre las capas de caliza cavernosa, hay otra

más blanca y compacta, por efecto de la mayor cantidad de sedimentos químicos que contribuyeron á formarla. En las primeras suelen presentarse venillas de otra más dura y blanca que las cruzan en forma de red. Así se ve en uno de los desmontes del ferrocarril de Sevilla, donde abundan los ejemplares del *Clypeaster altus* y de

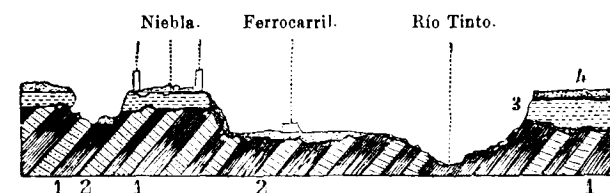


Fig. 99.—Corte por las cercanías de Niebla, según el Sr. Gonzalo.

un *Pecten* de gran tamaño (*P. giganteus?*) El espesor del sistema apenas pasa de cinco metros, á juzgar por el tajo que se observa á la izquierda del arroyo de Lavapiés, inmediato á Niebla.

En la dehesa de Las Arrayadas, por las inmediaciones del río Corumbel, antiguamente debió extenderse mucho la caliza miocena, como lo indican varios isleos pequeños que por allí hay diseminados, y en los que abundan los restos de ostras y peines. Su mayor desarrollo actual se observa al S. del río, desde el cual avanza, hasta el cortijo de Alpizar, con un ancho de tres kilómetros, una manchita en sitios cubierta por las arcillas margosas pliocenas y la cual se prolonga al E. hasta internarse en la provincia de Sevilla. Por el lado opuesto, la mayor altura que alcanzan las pizarras carboníferas infrayacentes, ocasionó la solución de continuidad con la mancha que sigue por las casas de Manzanilla. Por su sinuoso límite septentrional se ve su discordancia con las pizarras hasta más allá de los pajares de Villalba, en cuyo sitio las calizas aparecen cortadas de N. á S., contándose allí tres bancos que suman cinco metros de espesor y buzan ligeramente al S. En otros sitios se reducen á dos bancos y hasta á uno solo más delgado, lo cual depende de las desigualdades del suelo en que se depositaron.

Al N. de las casas de Manzanilla y de los pajares de Villalba, aso-

man las crestas empinadas de la pizarra siluriana, que sirve de asiento á la caliza fosilífera miocena, la cual, por el lado del S., se oculta bajo las arcillas y arenas pliocenas, y estas continúan por una loma prolongada por el dilatado y fértil valle que cruza los términos de Villarrasa, La Palma, Villalba, Mauzanilla, Paterna y Escacena.

Cerca de la carretera, entre Niebla y Villarrasa, también se observan otros islotes miocenos, con restos de moluscos y dientes de peces.

## CAPITULO XIV

### MINERALES DE LOS SISTEMAS EOCENO, OLIGOCENO Y MIOCENO

Si bien los sistemas terciarios son muy pobres en yacimientos metalíferos, encierran, en cambio, cantidades enormes de sustancias térreas y pétreas, algunas de ellas, como el yeso, la sal común y el pedernal, en proporciones tales, que deben considerarse como otros tantos elementos principales entre las distintas rocas que constituyen á aquéllos.

#### MINERALES CUARZOSOS

Los cristales de cuarzo, generalmente bipiramidales, hialinos, rojos, blancos ó ahumados, abundan en varias calizas y margas eocenas y miocenas. Con relación á los que yacen en las zonas epigénicas de Morón, Osuna, Puerto Real y otras localidades sevillanas y gaditanas, hizo el Sr. Chaves minuciosas observaciones (1), con arreglo á las cuales, estos cristales pasan por tintas insensibles, desde el cuarzo hialino al lechoso, topacio, melado, rosa, jacinto,

(1) *Sobre las inclusiones de los cristales de cuarzo dispersos en las rocas epigénicas de Andalucía.* An. Soc. Esp. de Hist. nat., tomo XXV. pág. 243.

parde, gris y negro; y á veces las materias colorantes ocupan una región limitada, mostrándose el resto límpido, habiendo también ejemplares con dos ó tres coloraciones distintas y con aspecto musgoso. Las secciones delgadas que se han examinado muestran que la cantidad de pigmento es relativamente pequeña, debiéndose probablemente la intensidad del color, que en apariencia ofrecen, á la forma cristalina, á la disposición en capas envolventes que con mucha frecuencia afectan estas materias y á la refringencia de las inclusiones que contienen los cristales. En éstos se difunde con variable intensidad la materia pigmentaria, que consiste principalmente, como es sabido, en productos úlmicos y carbonosos, tales como los ácidos gálico, crénico, apoerénico, úlmico, apoglúxico y ulmina. A estas materias colorantes de origen orgánico se unen, en los cristales de Morón, pequeñas partículas ferruginosas amorfas.

«En algunos ejemplares, agrega el Sr. Chaves, es bien perceptible la corrosión de las caras, reducidas á pequeños huecos poco profundos en el prisma, algo más en la pirámide. Estos huequecitos, bien espaciados y de forma irregular, parecen atestiguar reacciones químicas verificadas por el contacto de materias sólidas que en determinadas condiciones de humedad, gracias al ácido carbónico, actúan, como los carbonatos térreos del suelo lo hacen sobre los trozos de vidrio enterrados en él durante largo tiempo.»

En los cuarzos ahumados de Morón abundan las inclusiones sólidas, líquidas y gaseosas. Las sólidas constituyen á veces casi la mitad del cristal, sobre todo en el centro y formando una envoltura próxima á la periferia, componiéndose principalmente de granos redondos é irregulares de zircón, incoloros y frecuentemente lípidos; pero se observan también algunos provistos de dos clases de inclusiones: unas vítreas, pardas, redondas, sumamente pequeñas; otras gaseosas, alargadas á modo de estriás paralelas á las direcciones de extinción. Hay además en esos cristales otras inclusiones mucho más pequeñas de turmalina verdosa, de mica blanca y de apatita. Las inclusiones líquidas, relativamente escasas, se hallan distribuidas en zonas irregulares, mezcladas con las gaseosas. Siempre contienen

una burbuja fija, y á veces suelen aparecer dos, lo cual se debe á la forma irregular de la cavidad.

Los poros gaseosos se reparten en una zona que de ordinario no coincide con la pigmentaria: son de diversas formas, algunas tan grandes como los granos de zircón y mucho más abundantes que las inclusiones líquidas.

Varias son las localidades eocenas en que se encuentran cristales de cuarzo blanco y hialino, entre otras en el maciño de San Julián de Vilatorca y entre las margas yesíferas de Bagá (Barcelona).

Los cristales bipiramidales de cuarzo rojo ó jacintos de Compostela, abundan en las calizas miocenas de Novelda y Monóvar (Alicante), Monturque, Montilla (Córdoba), Mucientes (Valladolid); en las margas yesíferas del mismo sistema en Teruel, y en las molasas miocenas del Zumbel Bajo y otros puntos de la provincia de Jaén.

Entre todas las especies y variedades del género sílice, el pedernal es el más frecuente, constituyendo grandes masas irregulares ó mantos de varios kilómetros cuadrados de extensión, é impregnando también las calizas, principalmente las del mioceno superior de origen lacustre. En sus respectivas Memorias, varios de los muchos geólogos que han contribuido al estudio de nuestra Península han repetido las causas de la formación y de la abundancia del pedernal en las capas terciarias, y es común el suponer que se produjo ese mineral por la emisión de aguas que contuvieron la sílice en disolución, concentrándose en ciertos puntos por transporte molecular, debido á una acción de atracción entre sus átomos dispersos en la pasta fluida de distinta naturaleza, casi siempre calcárea. Así se explica su muy variable proporción en las calizas, desde muy pocas unidades hasta más del 40 por 100.

En muchos puntos donde las calizas miocenas lacustres contienen nódulos de pedernal, estos van acompañados de arcillas en proporciones muy variables, y en ciertos casos de carbonato de magnesia. A veces los nódulos son de textura cavernosa, muy particular, pues se ven las capas taladradas por agujeros circulares, cuya existencia es de difícil explicación, porque si en algunos puntos pudiera creerse,

como algunos supusieron, que corresponden á tallos de vegetales encerrados en la masa al tiempo de la sedimentación de la roca, que han desaparecido después, hay que desechár esta opinión cuando se observa en otras localidades que las capas están perforadas en el sentido de su grueso con tanta uniformidad y con tantas aberturas, generalmente de unos tres centímetros de diámetro, que asemejan la estructura de un panal y esto en grandes extensiones.

Para explicar su origen, el Sr. Cortázar supone que en el fondo del lago donde se depositaron las calizas y probablemente sobre las arcillas, existió una gran cantidad de restos orgánicos, principalmente vegetales, que al descomponerse produjeron desprendimientos de gases que, al atravesar los sedimentos pastosos á través de los bancos calizos, formaron aberturas cuyo diámetro pudo aumentar después por la acción disolvente de las aguas superficiales (1).

Varios son los puntos donde las calizas eocenas contienen nódulos y lentejones de pedernal, tales como en los Pirineos de Aragón, en San Juan de las Abadesas (Gerona), en Sineu, Santa Margarita, Son Perrot y Son Vaurell (Baleares), en Paterna, Alcalá de los Gazules, Chiclana y otras localidades gaditanas.

En la cuenca miocena del Duero abunda menos el pedernal que en las del Ebro y del Tajo. Se encuentra en Villalba del Alcor (Valladolid), donde se halla atravesado por canales que le dan el parecido á un panal; en el barranco de los Pedernales de Cihuela, Escarabajosa, Sacramenia, Laguna de Contreras y Pedrosillo (Segovia), Torrelobatón, Cigales, Mucientes, Fuensaldaña y Vega de Valdetronco (Valladolid), Yebes, Yebra, Mazuecos, El Pozo y principalmente en Brihuega (Guadalajara).

Entre los puntos del mioceno de Aragón en que más abundante yace el pedernal, merecen citarse especialmente los términos de Epila, de donde se han sacado muy buenas piedras de molino; de Borja, donde lo hay blanco con trozos opalinos; de Jaulín, donde se ha tratado de explotar en grande escala.

(1) *Descr. fis. y geol. de la prov. de Valladolid.*

El cerro de San Simón, junto á Fraga, es la localidad del mioceno de Huesca donde más abunda el pedernal.

También contienen nódulos pequeños de este mineral las calizas miocenas de Mirambel y Cunill (Barcelona).

Pedernal de diversos colores se halla en los términos de Ulldemolins y Albarca (Tarragona), Valderrobles, Mas de las Matas, Torre de los Negros y Segura (Teruel), Tarancón, sierra de Altomira, Vellisca, Castejón, Canalejas, Fuentesclaras, Sotoca, Caracenilla, Torralba, Sacedoncillo y Bascuñana (Cuenca).

En la provincia de Madrid es muy abundante en Vicálvaro y Vallecas, en las Alcantueñas, cerca de Parla, y en el cerro de los Angeles, de Getafe. Su color es generalmente alhumado claro, y aun á veces pasa al blanco de leche. Se usa demasiado en el empedrado de las calles de Madrid y en la construcción de tapias y edificios, especialmente en los cimientos de éstos. En Vallecas hubo en el siglo XVIII una fábrica de piedras de chispa, que fué preciso abandonar al perfeccionarse la fabricación de las armas de fuego. Ya advirtió Prado que como este mineral, para ser beneficiable, ha de tener su agua de cantera, en las grandes masas expuestas á la acción de los agentes exteriores, como las Peñuelas de Vicálvaro, no hay herramienta que les entre. Una variedad se halla con frecuencia, poco dura y quebradiza, que se descompone fácilmente, tránsito á la resinita, que yace en capas que no se hallan interrumpidas y arriñonadas como las del verdadero pedernal. Tal es el que corona el cerro del Castillo de Villaluenga, de 10 metros de potencia; el que se halla en la misma disposición en las Mesas de la Umbría, cerca de Barcience (Toledo), etc.

Encuéntranse también riñones de pedernal en las calizas miocenas de Beniali y Algaida, en el interior de los cuales se encuentra sílice blanca pulverulenta, y Santa Margarita (Baleares), entre las losas de maciño de las Casas de Mina, al O. de Novelda (Alicante), al E. de Loja (Granada).

La resinita se halla en fragmentos entre la arcilla en el cerro de Vallecas (Madrid), donde es de colores verde de aceituna, pardo de

ligado, amarillo de cera y pasa al blanco de leche, variedad á que se da el nombre de ópalo y que es transluciente. A veces ofrece los caracteres de la hialita, atendida su perfecta transparencia, en cuyo estado se halla sólo en fajas muy estrechas ó en costras arriñonadas de aspecto estalactítico. El Profesor D. Donato García halló en Vallecas el ópalo común, formando octaedros. «Eran, dice <sup>(1)</sup>, lisos, macizos y fuertemente translucientes, y por cierto que el octaedro no se puede reducir al romboedro del cuarzo.» También Prado encontró algunos ejemplares cristalizados, uno de ellos en un prisma de tres lados, con las aristas laterales fuertemente truncadas, terminando por un apuntamiento de tres caras sobre las del mismo, y además costras formadas de romboedros incompletos. «Varios mineralogistas, añade, hablan del mismo hecho, y aun Haidinger dice haber observado en uno de estos cristales un crucero. Bendant hace también mención de la calcedonia cristalizada, que viene á ser lo mismo; pero todas estas cristalizaciones son pseudomórficas y nadie cree hoy día otra cosa.»

Encuéntrese también la resinita concrecionada en Torrelobatón (Valladolid), en las calizas eocenas de Son Nadal, entre Manacor y Son Llorenz (Baleares).

Son también curiosos los yacimientos de porcelanita en el mioceno de Tardobispo, Perdigón y San Marcial (Zamora), y de las cercanías de Salamanca, de que ya se habló en los lugares respectivos.

#### CRIADEROS DE AZUFRE

Los criaderos más importantes de la Península encajan en las margas yesíferas y bituminosas correspondientes al mioceno, hallándose en Libros, Hellín y Lorca los de mayor interés industrial.

Aunque son ideas generales bastante conocidas, no puedo menos reproducir las observaciones de varios geólogos relativas á la íntima relación que hay entre los criaderos de azufre y las masas de

(1) *Tratado de Orictognosia*, por D. Andrés del Río: Filadelfia, 1832.

yeso y substancias bituminosas entre las cuales constantemente se presentan. Max Braun, que fué el primero que describió con esmero el criadero de Libros <sup>(1)</sup>, notó que el azufre estaba íntimamente ligado con las materias orgánicas y que debía depender de ellas, advirtiendo al propio tiempo que en los pantanos podía formarse ese mineral cuando se descomponen las materias orgánicas en presencia de un sulfato.

Algunos años después, estudiando Fraas los depósitos de yeso y azufre que se formaron en época reciente en las orillas del mar Rojo, atribuyó la presencia del azufre á la oxidación por el aire del ácido sulfhídrico procedente de la reacción sobre el yeso de los gases producidos por la putrefacción de materias orgánicas. «Se sabe además, agrega el Sr. Dereims <sup>(2)</sup>, que cuando las materias orgánicas se descomponen en las aguas selenitosas, las bacterias anaerobias de la putrefacción reducen el sulfato de cal y producen ácido sulfhídrico, que se oxida, depositando azufre, sea al aire libre ó en contacto del oxígeno disuelto en el agua.

**CRIADEROS DE HELLÍN (ALBACETE).**—A 25 kilómetros al S. de Hellín, cerca de la confluencia de los ríos Mundo y Segura, encajan estos criaderos entre las margas blanquecinas yesíferas, tabulares á trechos, casi horizontales, á trechos desgarradas en secciones bastante inclinadas. Las capas explotables son cuatro, cada una de las cuales se subdivide en cuatro lechos, los que tienen desde antiguo nombres diferentes <sup>(3)</sup>. La primera, nombrada *Concha*, dista de la superficie de 10 á 25 metros, y casi tocando á ella está la segunda, que llaman *Piedra de primera*. La *Guijarrillo*, que es la tercera, está á metro y medio más baja, y sigue muy próxima la *Zapillencia*, designada así por los obreros á causa de que el azufre está diseminado en masas que tienen alguna semejanza con la figura de un sapo. Sigue muy próximo el *Guijarro borde*; á dos metros más abajo está el *Guijarro*

(1) *Bull. Soc. géol. France*, tomo XII, pág. 169.

(2) *Recherches géol. dans le Sud de l'Aragon*, pág. 173.

(3) Amar de la Torre, *Minas de azufre de Hellín. Anales de Minas*, tomo II, pág. 266. D. Francisco Gishert, *Rev. Min.*, serie C, tomo VII, pág. 257.

*florido*; á 30 centímetros el llamado *Piedra de segunda*; á siete centímetros la *Venilla*, y á otros siete la *Bastarda*. A unos dos metros más abajo se halla el lecho, ó sea la *Jaspeada*, al que sucede los *Caños*, donde el azufre se disemina en vetas, y después sucesivamente, á distancias que varían entre uno y dos metros, la *Piedra picada*, la *Florida*, la *Tableta* y la *Andresa*, siendo la más profunda la *Gatuna*, que es la más gruesa, variando sus espesores entre 7 y 70 centímetros. En total, en una zona de 9 á 10 metros de potencia se suma una masa explotable de más de metro y medio; pero entre las zonas estériles que separan los lechos se encuentran fragmentos cristalinos de azufre que los obreros llaman *vejigas*. La *Florida* es la más consistente de todas, razón por la cual se aprovecha para cielo de las galerías de transportes.

Apenas hay agua en esta mina, á causa de la impermeabilidad de las arcillas, y únicamente por las capas de yeso se deja sentir un poco la exudación de los dos ríos que circulan al pie de las minas.

Abundan en las labores las eflorescencias de sulfato magnésico en agujas finas, que pasan á veces de 0,50 de longitud.

En diferentes épocas se presentan abundantes emanaciones de ácido carbónico, á que los mineros dan el nombre de *tufa*, y que cuando la ventilación natural es menos enérgica, como sucede en el verano, obligan á suspender los trabajos.

Es también un hecho comprobado en este criadero que el espesor del yeso aumenta en sentido inverso que el azufre, á medida que este disminuye.

Aguas arriba del Segura, en el sitio llamado El Cenajo, se muestran otros yacimientos de azufre de bastante interés y todavía poco explotados.

**CRIADERO DE LIBROS (TERUEL).**—Aunque de menor importancia que los de Hellín, no han dejado de producir grandes cantidades, algunos años más de 5000 toneladas, las minas de azufre de Libros, que radican en el extremo meridional de esta provincia, cerca de los confines con la de Valencia, y se vienen explotando con diversas interrupciones y frecuentes cambios de dueños desde fines del siglo XVIII

hasta la fecha. Radican las minas en los parajes denominados Los Cercillos, Los Planos, Barranco de la Parada, Fuente Centellas y Los Algezares del término de Libros, y el Barranco Centellas y Despoblado del de Riodeva.

En la pág. 406 se reprodujo el corte trazado por el Sr. Cortázar, en el cual se explican detalladamente las capas miocenas que se encuentran en este criadero. La capa núm. 6, de marga yesífera, á la cual dan en el país el nombre de *pedra de encovar*, es tan constante compañera del azufre, que sirve de guía á los mineros para encontrarlo y para no perderlo cuando esteriliza la capa de mineral. Esa capa buza 6° al E., y el azufre que encierra cuando se presenta en riñones diseminados en el yeso, es muy puro y tiene una riqueza del 90 por 100; pero mezclado con las margas, la parte útil apenas pasa de la mitad de la masa total. La marga del pendiente (núm. 7 del corte) es más bituminosa que la del yacente (núm. 5), casi negra, de estructura pizarreña, exhala olor fétido al golpearla, el yeso que contiene se aísla en cristallitos negros y suele estar separada de la capa de azufre por una salbanda formada por laminillas de yeso espático.

El azufre obtenido de los minerales de Libros apenas pasaba del 17 por 100 del peso total, á causa de su defectuoso beneficio; pero el producto resultó siempre de muy buena calidad, limitando su producción la carestía de los transportes y de combustible.

CRADEROS DE AZUFRE DE OTRAS PROVINCIAS.—Desde mediados del siglo anterior han sido objeto de activas é interrumpidas exploraciones los criaderos de azufre de Lorca (Murcia), cuyos caracteres de yacimiento quedan explicados en la pág. 544. Entre las arcillas, yesos y areniscas miocenos de los montes nombrados La Serrata, Las Colegiales y Los Yesares, y parajes nombrados del Rio y Barranco Hondo, inclinados al N. 20° O., yacen dos capas principales de azufre, siendo la segunda la que más se ha explotado.

El mineral se presenta unas veces cristalizado, acompañando al yeso laminar y fibroso; otras veces en granos incrustados en las margas y arcillas; otras pulverulento en las caras de junta de las

capas. Estas, por efecto de las influencias atmosféricas, sufrieron hasta profundidades de 20 metros una descomposición que se manifiesta por el color blanquecino y el estado de desagregación que presentan exteriormente, habiendo sido en gran parte empobrecido el criadero en esa zona alterada, pasada la cual las rocas se ofrecen con su color gris azulado y más ricas en azufre. En tiempos antiguos, los que se dedicaban furtivamente á explotar el criadero sólo buscaban el azufre llamado de *yema*, ó sea el pulverulento, bastante puro para poderlo extraer con una tosca destilación, y desde mediados del siglo anterior comenzó la explotación más regular de tales yacimientos.

También se encuentra mineral de azufre en Molina, Lorquí, Fortuna, Moratalla, Cotillas y otros puntos de la misma provincia.

En Petrel y Tibi (Alicante) hay otros criaderos de azufre, poco explorados, que deben relacionarse con los anteriores (1).

En Arcos de la Frontera (Cádiz) se presenta el azufre en vetas que cortan las arcillas y margas terciarias con areniscas interpuestas. Una de estas últimas llega á estar tan impregnada, que en puntos llega á tener más de 50 por 100 de azufre; y este criadero está íntimamente relacionado con la gran masa de yeso que ocupa el fondo del Salado de Espera. También se hallan criaderos de azufre de secundaria importancia en las calizas eocenas llamadas *pedra santanera* del Molino de Viento de Chiclana, en Jerez y otros sitios de la misma provincia.

#### SAL COMÚN Y MANANTIALES SALADOS

Tan importantes como los triásicos son los manantiales de agua salada de los sistemas terciarios, en los cuales encajan también muy ricos criaderos de sal gema que rápidamente se enumeran á continuación.

(1) Los famosos criaderos de Benamaurel (Granada) están incluidos en el plioceno por el Sr. Tarín.

**CRADERO DE CARDONA (BARCELONA).**—Es uno de los más importantes de Europa y cuecaja en las areniscas y margas oligocenas de un vallejo tributario del río Cardoner que hay al pie del cerro del Castillo. Tiene más de 50 metros de grueso y continúa en una profundidad ilimitada, sin señales de estratificación, razón por la cual se le supuso de origen hipogénico ó hidrotermal. Las dimensiones del criadero <sup>(1)</sup> son de 1700 metros de largo con 250 metros de ancho en la Bofia Grau, de 400 en la Casilla de la Sal Roja, de 520 en la Casa del Rey y de 590 en la Casilla de San Onofre.

Está dividido en dos masas sobrepuestas, la inferior de las cuales, que es la que se explota, es blanca y muy pura, y contiene cristales hialinos que encierran inclusiones líquidas.

Remontando el torrente abierto en la masa inferior, se pasa á la superior, compuesta de fajas onduladas de diversos colores, plegadas en todos sentidos, también con cristales cúbicos hialinos y caprichosas arborizaciones. Debe su aspecto abigarrado á los óxidos metálicos que la impurifican, al yeso, á las materias carbonosas, á las vetillas de arcilla y á los cristales de pirita de hierro incluidos en la sal. Por la acción de las lluvias se abrieron innumerables surcos en esta masa, que está recortada en crestas de escarpas verticales, terminadas en puntas y grupos cuneiformes, parecidos á los de un helero, aumentando la semejanza sus colores abigarrados y su brillo. A consecuencia de la misma acción disolvente de las aguas y de la filtración de estas á través de las grietas de la sal, se produjeron en su interior oquedades y grutas, conocidas en el país con el nombre de *bofias*, que ocasionan frecuentes hundimientos y la deposición en sus paredes de cristales agrupados en racimos y estalactitas. La Bofia Grau, situada en el extremo occidental del criadero, afecta la forma de un cono de base elíptica, cuyo eje mayor mide 540 metros de L. á P., y el menor 250, con una profundidad de 80. Esta *bofia*, debida á un manantial perenne que sale por la boca de la caverna llamada Forat Micó, da origen al arroyo del Agua Sal,

(1) *Rev. Min.*, tomo XXII

que, después de correr 700 metros por la superficie en la cañada del S., se oculta bajo el cerro salífero de San Onofre, y reaparece á 400 metros más abajo en el sitio nombrado La Tanca, desde donde continúa su curso hasta el Cardoner.

La sal se descubre en las laderas del monte llamado de La Sal Roja, con un frente de más de 90 metros de altura, con notables variaciones de coloración, y con otro frente de 70 metros en la Bofia Grau.

A causa de los resbalamientos de la tierra vegetal que cubre al criadero con espesores variables de algunos centímetros hasta ocho metros, no se marcan bien en la superficie los límites de este criadero, que se prolonga más allá de la parte descubierta, pues en su extremo occidental, en el frente de la Bofia Grau, las dimensiones revelan mayor desarrollo al O., y por el lado opuesto se descubre en el cauce del Cardoner una gran peña de sal que depende de la masa principal.

Esta se explota á cielo abierto, abriendo grandes zanjas de 50 á 40 metros de largo por 8 á 10 de ancho, y por su riqueza extraordinaria no cuidan de desviar las aguas torrenciales que la cruzan, ni en desmontar las tierras que la cubren, prefiriendo desechar una gran parte de sal que tiran á los vaciaderos. Su explotación, que resulta muy barata, podría ser mucho mayor que la media anual, la cual no pasa, por término medio, de 5000 toneladas.

Relacionado con el de Cardona, también entre el oligoceno hay otro criadero en Suria, que no se llegó á explotar ventajosamente, observándose en este punto, lo mismo que en Cardona, que los manantiales son selenitosos; lo que hizo pensar á Dufrenoy que la formación de estas masas de sal se halla en relación con las de yeso que tanto abundan por ambas vertientes de los Pirineos. Esto mismo se comprueba en la fuente salada del torrente del Ars, del término de Calaf; en las sulfurosas de Mirambell, Dusfort y Boixadors; en la riera Salada, y en los manantiales de Tona, al pie de la sierra de Collsuspina. También aparece la sal gema al descubierto en los términos de Olost y Santa Maria de Oló, y hay además fuentes de



agua salada en Broca, cerca de Llobregat, en Santa Eulalia del Riuprimer y á tres quilómetros al O. de Vich.

**SALINAS DE PERALTA DE LA SAL.**—Son las más importantes de la provincia de Huesca, y radican á un quilómetro al NE. de la villa entre escarpados montes. Brotan sus aguas de tres puntos diferentes: dos muy inmediatos y cercados por un muro, del que sale la cañería general, con la curiosa circunstancia de aparecer junto á ellos otra fuente de agua dulce, de la que están separados por otra canal; y encerrado por cuatro muros se halla á la derecha del mismo barranco el tercer manantial, del que se extraen por medio de pozales las aguas saladas que van á la cañería general. Acomodadas á las inflexiones del terreno, están dispuestas sus eras de desigual tamaño y forma, y para el servicio de ellas hay dos depósitos, uno de 250 metros cúbicos y otro de cerca de 1000, en los cuales se recogen las aguas saladas desde Septiembre hasta Enero. Después de limpiar las eras en la primavera con la misma agua llovediza que contienen, se van llenando hasta fines de Junio. Los fuertes calores del mes siguiente permiten practicar en su primera quincena una barrida, de la que se sacan de 5 á 4000 quintales métricos de sal, y concluida su recolección, se sangran de nuevo las pozas para la segunda barrida, que es en Agosto, la cual produce algo menos que la anterior.

En Galasanz hay otro pozo copioso de agua salada.

**SALINAS DE LA PROVINCIA DE ZARAGOZA.**—Por los términos de Remolinos, Torres de Berrellón y Pradilla, se extiende entre margas y arcillas yesíferas un importante criadero de sal, cuyas masas están generalmente subdivididas en lechos de 10 á 25 centímetros de grueso, separados por otros más delgados de arcilla de batán. Suman gran número de metros de espesor en varios quilómetros cuadrados de extensión, pudiéndose cubicar una existencia de millones de metros cúbicos de mineral. El grado de pureza de la sal varía de tal modo en este importante criadero, que, dentro de una misma mina, en una galería se ofrece enteramente hialina, y en otra contigua está muy mezclada con hojas de yeso y con arcillas que le dan un

color negruzco. Minas hubo, como la titulada *El Balcón*, donde se excavó un pozo de cinco metros de profundidad, abierto todo él en mineral de una pureza y blancura extraordinarias.

También hay criaderos de sal en Tauste, Gallur, Ruesta, Zuera, Undués de Lerda y otros términos de la misma provincia, siendo además muy notable, por la blancura de su producto, la llamada de *Bujardoz*, en término de Sástago.

**SALINAS DE LA PROVINCIA DE TOLEDO.**—Las principales salinas de esta provincia son las de Villarrubia de Santiago, en el partido de Ocaña, conocidas desde tiempos antiguos y objeto de sucesivas explotaciones diversamente interrumpidas en los modernos. En el paraje nombrado El Castellar, á seis quilómetros al N. de la población, donde el Tajo limita las provincias de Madrid y Toledo, muy cerca de la de Cuenca, sobresalen con unos 100 metros de altura, sobre la margen izquierda del río, varias escarpas escalonadas y casi cortadas á pico, en las cuales se descubren las margas y yesos mioceños en lechos suavemente ondulados. Desde la misma orilla del río, contando de abajo para arriba, el orden sucesivo de los estratos es el siguiente:

- 1.—Capas de margas con yeso = 17 metros.
- 2.—Lecho inferior de sal gema = 2 metros.
- 5.—Greda = 6 metros.
- 4.—Banco de sal gema con arcilla = 15 metros.
- 5.—Thenardita azulada = 10 metros.
- 6.—Margas y yesos sobrepuestos = 40 metros.

Hasta fecha relativamente reciente se hacia caso omiso de la thenardita de este curioso criadero, que figuraba entre las salinas pertenecientes al Real Patrimonio, y de donde sólo en determinadas épocas y con producción muy limitada se permitía sacar la sal común á los vecinos de Villarrubia. Después del desestanco de la sal en 1871, pasó la mina al dominio particular y se explotó libremente el mineral, tanto en eras por evaporación, cuanto en piedra extraída por medio de dos galerías, en las cuales hay de trecho en trecho enormes anchurones.

En este punto, lo mismo que en Aranjuez, Minglanilla y otras salinas, es muy común la variedad de sal gema con coloración azul. En Villarrubia constituyen el pigmento azul cobalto intenso zonas de contorno ondulado dentro de la sal diáfana, siendo limpio el contacto de las dos variedades, es decir, que la zona azul, aunque translúcida en sus bordes, no se difunde por la masa transparente que la envuelve. Examinada al microscopio por el Sr. Calderón <sup>(1)</sup> una sección delgada de esta sal, no ha ofrecido cavidad alguna, cosa rara en este mineral. En Alemania, en Polonia, en Sicilia y otros países extranjeros, se encuentra también esta variedad azul, sin que se haya averiguado todavía la causa de esta coloración, que no parece consiste, como algunos han supuesto, en interposiciones de hidrógeno carbonado, ni de subcloruro de sodio, ni de azufre, ni probablemente de móradas ó bacillarias, como expresó Jolly para explicar la naturaleza del pigmento rojo de la sal de Cardona.

**SALINAS DE CUENCA.** —Después de la de Minglanilla, la salina más importante de esta provincia es la de Belinchón, situada á tres kilómetros del pueblo, al NO. de Tarancón. El agua salada que en ella se obtiene sale de un pozo de 20 metros de profundidad, y como se halla en la ladera de un cerro, se comunica á los 17 metros de su boca por una estrecha galería que sirve para facilitar su limpia. El manantial es tan abundante que nunca se ha visto agotado, marcando sus aguas más de 26°, y cerca de él hay otro menos copioso que sólo marca 25°. Del pozo se conduce el agua por una canal á las balsas de evaporación, que son de irregulares dimensiones.

**SALINAS DE LA PROVINCIA DE ALICANTE.** —Entre las salinas del terciario de Alicante, figuran en primer término las del monte Cabezo, del Pinoso, donde por bajo del yeso se encuentran importantes masas de sal gema, que han sido y siguen siendo explotadas con minados sumamente irregulares, ó *cuevas*, la más importante de las cuales es la de la Pared. Junto á su entrada hay enormes barrancos intran-sitables, y en diferentes puntos de estos se descubren hasta siete

<sup>(1)</sup> *Act. Soc. Hist. nat.*, tomo XXV, pág. 49.

capas de sal. En el fondo de uno de estos barrancos hay un manantial de agua salada bastante abundante, pero que no se aprovecha.

También hay manantiales de agua de sal en el barranco Salado de Calpe, en el Petegal de Albaterra, en Villena, Salinas de Monóvar, etc.

**OTROS CRIADEROS Y MANANTIALES SALADOS.** —Varios manantiales de agua salada, de secundario interés, se hallan en el eoceno de Campdevanó (Gerona).

Existe en Valtierra el criadero más importante de sal gema de Navarra, descubierto por una galería principal que corta el criadero á los 12 metros de su entrada. La sal y el yeso alternan repetidas veces con las margas miocenas en capas suavemente inclinadas al N., que suman metro y medio de espesor. En el yacente, que es yesoso, alternan la sal y el yeso en lechitos azulados, á los que sigue otro de cinco centímetros, de sal azulada también; después otro de sal blanca y pura, de siete centímetros; luego otro de tierra margosa, otro de sal blanca, y, por fin, el techo de marga con mucho yeso. Además existen manantiales de agua salada en Arruiz, Guendulain, Ibargoiti, Mendavia, Obanos, Olaz, Salinas de Oro, Pamplona, Tirapu, Undiano, Galar, Larranu, etc.

A lo largo de las escarpas del Ebro y á P. de las de sulfato de sosa de Alcanadre, en término de Agoncillo (Logroño), hay varios criaderos de sal gema, la cual contiene variables proporciones del sulfato, que la hacen desmerecer para los usos domésticos.

Manantiales de agua salada hay también en el monte de Herrera, de la misma provincia; en Rosio, de donde se saca por un pozo de ocho metros de profundidad; en Salinillas de Bureba, Valmala, Miranda de Ebro y otras localidades terciarias de la provincia de Burgos; en el paraje nombrado Ermita de las Salinas, término de Medina del Campo, y en las lagunas del Compás, del de Aldea Mayor de San Martín (Valladolid), así como en Villafáfila (Zamora).

Hasta 12000 quintales de sal común se sacaban algunos veranos en tiempos antiguos de los manantiales de agua salada ó salinas de Carcaballana, sitios en el término de Villamaurique del Tajo (Madrid),

obtenida por evaporación en balsas después de ser alumbrada por un socavón de 40 metros de largo y conducido por una canal de madera de unos 1400 metros de largo. La sal de esta localidad contiene algunas proporciones de sulfatos de sosa y de magnesia que la hacen desmerecer para los usos domésticos.

Las salinas de Espartinas, sitas en término de Cienpозuelos, han sido beneficiadas en diferentes épocas, llegando la producción de su manantial hasta 12000 fanegas algunos años. También hay manantiales de agua salada en Oreja, en el Peralejo del término de Cirueillos y en el de Valdemaría del de Seseña.

Varias son las localidades murcianas donde brotan manantiales de agua de sal; entre otros, los que hay á tres kilómetros al SE. de Archena; el inmediato al manantial de aguas minero-medicinales, al otro lado del Segura; otro al N. de Calasparra, en la sierra Pinosa de Caravaca; la de la cueva del Cuervo de Cebegín, la del Sabinar de Moratalla, etc.

De la provincia de Albacete se registran las salinas de Socobos, Bogarra, Villaverde, Fuente Albilla, Zacatín, Aina y Casas de Ves, algunas de las cuales más bien corresponden al triásico que al terciario.

Muchos son los manantiales de agua salada que se hallan en la provincia de Jaén, unos triásicos y otros terciarios, entre ellos los de la Laguna Honda de Alcaudete; las del Mesto y de Chillas de Hinojares; las llamadas de Don Benito, en Venta Quemada, entre Baeza y Jaén; la de San José, entre Martos y Torre de Don Jimeno; la de la Orden, el Pescolar y Villargordo de Porcuna, y otras varias de los términos de Santiago ó Higuera de Calatrava y de los citados anteriormente.

Entre los varios manantiales de agua salada que se hallan en la provincia de Granada, merecen citarse los de Loja y La Malá, de los que se obtienen pequeñas cantidades de sal común que se consumen en los pueblos de la comarca. También hay salinas en Santaella y Zambra (Córdoba); en los Alguaciles, término de Utrera; en Bollo, Bermejales, Osuna, Lentejuela y Morón (Sevilla), y en Medinasidonia (Cádiz).

## SULFATOS DE SOSA

**THENARDITA Y GLAUBERITA.**—Estos dos sulfatos abundan extraordinariamente en las margas yesosas del mioceno lacustre. La thenardita, ó sulfato de sosa, se descubrió en las salinas de Espartinas de esta provincia, formando una capita cristalina, habiéndose analizado por Casaseca, quien la dedicó al ilustre químico Thenard. También se encontró en plaquitas y lentejuelas entre el yeso de las cercanías de Aranjuez. Más que el sulfato sódico anhidro, abunda el hidratado ó exantolosa, constituyendo criaderos de gran importancia, que por el atraso industrial del país apenas se explotan. La glauberita, ó sulfato de sosa y de cal, se descubrió por primera vez en Villarrubia de Santiago, donde forma un depósito de mucha importancia en cristales diseminados en el yeso, mezclado con cloruro y sulfato sódicos. También en cristales apuntados y en masas entre las margas, yace en Cienpозuelos, Chinchón, Colmenar de Oreja y otros puntos de la provincia de Madrid.

Dió Areitio el nombre de cienpозuelita á un sulfato de cal y sosa que difiere de la glauberita por tener triple cantidad de sosa que de cal, en vez de doble. Se encontró en eflorescencias de finisimas agujas blancas de lustre vítreo en las hendiduras irregulares de la mina *Consuelo*, de Cienpозuelos, debiendo ser un producto reciente debido á fenómenos capilares.

La existencia de estas sales de sosa es difícil de explicar dentro de capas formadas bajo la acción de aguas dulces, no pareciendo probable que procedan de aguas marinas, como supuso Prado, pues además de verse, precisamente en las capas que contienen las sales, fósiles de agua dulce, es difícil que al sitio en que se encuentran hayan podido llegar las del mar, y dejar los cuerpos que traían en disolución, pues mayor razón habría para encontrar esto entre las capas del mismo período formadas en aguas salobres que existen en los parajes de varias provincias (Cuenca, Zaragoza, Albacete, etc.),

por donde los lagos miocenos comunicaban con el mar, y en aquellos sitios nunca se hallaron tales sales.

La explicación que admite el Sr. Cortázar <sup>(1)</sup>, si se quiere prescindir de las acciones geiserianas, es que, estando los lagos miocenos circundados en gran parte por la formación triásica, los manantiales que de ella procedían arrastraban cierta cantidad de sal común que se depositaba en algunos pequeños lagos ó cuencas parciales, formados accidentalmente, pudiendo después admitirse, con Darwin, que por la acción del tiempo, y en ciertas condiciones, el cloruro sódico puede pasar á sulfato, con lo que se explicaría la existencia de esta última sal no lejos de los cloruros, cual sucede en la provincia.

Conviene también recordar las observaciones de Delanoue, según las que la sílice contenida en las aguas de los geisers se separa en contacto del aire, de los cloruros alcalinos que se conservan en el líquido hasta su evaporación, lo cual explicaría por qué el pedernal es tan abundante alrededor de los puntos en que abundan las sales alcalinas, y en este caso se indicaría la existencia de aguas minerales abundantes durante la formación de los sedimentos miocenos, sin que hubiera necesidad de buscar más origen á las sales alcalinas que se hallan en ellos, que considerarlas como productos geiserianos.

Por la acción de las aguas se descompone la glauberita, disolviéndose el sulfato sódico y precipitándose el cálcico, que, algo mezclado con el primero, suele formar unas costras llamadas *compasto* en las orillas de varios arroyos y de los ríos Salado y Calveche (Cuenca).

CRADEROS DE LA PROVINCIA DE LOGROÑO.—Son de los más importantes de España, y se hallan á tres kilómetros al O. de Alcanadre, los criaderos de sulfato de sosa, que asoman entre los yesos de las escarpas de la izquierda del Ebro, inmediatas á la vía férrea; notándose desde lejos esta substancia por su color blanco, y siendo, por otra parte, bastante desmoronadiza, los agentes atmosféricos la disuelven y desagregan con gran rapidez.

(1) *Descripción física, geológica y agronómica de la provincia de Cuenca*, pág. 219.

No son únicamente sus derrubios los que se depositan en la base de las escarpas, sino también los de los estratos superiores, que, faltos de apoyo, caen en grandes fragmentos hasta las inmediaciones de la vía, habiendo en algunos puntos tal acumulación de escombros, que llegan á bastante altura y ocultan los criaderos de sulfato de sosa.

La sal alcalina, más ó menos mezclada con el yeso, yace en capas alternantes con otras de esta última substancia en un espesor que alcanza hasta 10 metros, inclinadas ligeramente al NO. y rizadas con menudos pliegues. La capa inferior de sulfato sódico descansa sobre un lecho de yeso cristalino y noduloso, y sobre la más alta se apoyan las margas con tránsito á las calizas del mioceno superior. Miden los criaderos una longitud de seis kilómetros, con interrupciones debidas al derrubio de valles transversales y adelgazamiento de las capas, y la más importante de estas ha sido reconocida en una longitud de 300 metros; pero en la actualidad no excede de 250 la porción visible de la misma, hallándose el resto oculto por los escombros del terreno.

CRADEROS DE LA PROVINCIA DE BURGOS.—Sobre la margen izquierda del río Tirón, en el término de Cerezo, entre las margas yesíferas miocenas, alternan capas de sulfato de sosa, del que se conocen dos variedades: la llamada *charro*, que es de mineral más puro y más fácilmente soluble en el agua, y la que nombran *canto*, que necesita, para ser beneficiada, estar expuesta algún tiempo á las influencias atmosféricas, formándose en su superficie una eflorescencia que va penetrando poco á poco hasta el interior. Después de reducir el mineral á pedacitos menudos, se le disuelve en agua caliente, y desde las calderas las aguas cargadas de sal se conducen por canales á unas tinajas donde se depositan las partes terrosas, y aquéllas adquieren el grado suficiente de saturación para pasar á los cristalizadores. Estos se reducen á unas eras rectangulares protegidas por un cobertizo; y una vez obtenido el sulfato puro, se quita su humedad en unas chapas de hierro que se calientan por debajo en unos hornillos. Después se quita al producto el agua de cristalización, volviendo á calentarle en

hornos reverberos de plaza plana. Para producir un quintal de sulfato cristalizado, necesitaban emplear cinco de mineral, y al desecar aquél en hornos se reducía á la tercera parte, bajando, por lo tanto, á menos del 7 por 100 la proporción de la materia útil obtenida.

CRIADEROS DE LA PROVINCIA DE MADRID.—La misma formación de thenardita de Villarrubia se prolonga sobre la derecha del Tajo á la provincia de Madrid, extendiéndose entre las margas yesíferas de los términos de Villamañrique, Colmenar de Oreja, Chinchón, Ciempozuelos y San Martín de la Vega. En este último término se descubre el banco de sulfato sódico entre otros de gredas yesíferas á lo largo del Jarama, principalmente á dos kilómetros al N. de la población. El banco de esta sal se halla dividido en varios lechos por la interposición de las mismas gredas y calizas blancas silíceas, con un espesor que en ciertos sitios llega hasta 19 metros. Sobre la izquierda de ese río la extensión del criadero no parece ser muy considerable, según se pudo observar en las galerías abiertas hace medio siglo en la mina *Consuelo*, deduciéndose que el criadero es una masa lenticular, como si se hubiera depositado en el fondo de una charca, y que ocupó la parte media ó central del lago terciario de la cuenca. El Jarama empezó á socavar el borde occidental del criadero, y más á P. del río no debe encontrarse el sulfato, en opinión de los señores Sullivan y O'Reilly <sup>(1)</sup>, quienes agregan que cuando el río corría al nivel del banco del mineral, los derrubios del valle fueron grandes y rápidos, arrastrando al Tajo unas aguas sumamente alcalinas.

El sulfato de sosa se halla en este criadero en los tres estados de thenardita, exantolosa y glauberita; y la masa principal consiste en el sulfato anhidro, que envuelve nódulos irregulares de yeso blanco sacaroideo y otros de glauberita. La uniformidad de estructura y la regularidad con la que se suceden los lechos, demuestra que la formación y sedimentación de estas sales se efectuaron durante un lar-

(1) *Notes on the Geology and Mineralogy of the spanish provinces of Santander and Madrid*, pág. 143.

go espacio de tiempo de un modo recurrente. Su masa es muy dura, y recién extraída de color muy obscuro, mostrando muchas caras de crucero, como si estuviese formada de cristales comprimidos entre sí, translucientes en grandes fragmentos y casi transparentes en pedazos pequeños. Parecen distinguirse tres planos de crucero, dos de ellos prismáticos, de lustre desigual, y otro basal, que con frecuencia presenta el lustre y la irisación del yeso especular y que por la exposición al aire se empaña rápidamente y se cubre de eflorescencias blanquecinas. Su color obscuro es debido á la interposición de greda verdosa, y algunos ejemplares, aunque raros, ofrecen una hermosa coloración amatista, que los citados geólogos sospechan que es debida á alguna materia orgánica. La thenardita de esta localidad contiene 98,502 de sulfato de sosa, 1,549 de sulfato de magnesia, 0,275 de sulfato de potasa, 0,010 de cloruro magnésico y trazas de sulfato de cal.

En la antigua salina llamada *Carcaballa*, del término de Villamañrique del Tajo, además de la sal común evaporada en los veranos, se sacaban á mediados del siglo anterior hasta 24000 quintales de sulfato de sosa, ó *compasto*, obtenidos en la estación fría en unos cajones de madera contiguos á la canal por donde se conducía del criadero el agua salada. Se benefició algunos años como barrilla para las fábricas de jabón y de vidrio de Aranjuez, si bien mezclada con ella había más del 6 y del 8 por 100 de sal común.

CRIADEROS DE LA PROVINCIA DE TOLEDO.—Según se dijo en la página 631, sobre el banco de sal gema de Villarrubia de los Ojos yace otro de 10 metros de grueso de sulfato de sosa. Ambos se reconocen en una longitud de cerca de dos kilómetros, destacándose en la parte media de las laderas del Tajo el de thenardita, que se presenta con un color gris azulado claro, semitransparente en la fractura fresca, empañada y blanca exteriormente. Con ella se mezclan, aunque escasos, algunos fragmentos hialinos de la mirabilita, ó sulfato de sosa hidratado.

Por la acción de las aguas se renueva en la superficie la formación de los sulfatos de sosa, con algo de magnesia, que también se

producen continuamente en las galerías ó *cañones* que se abrieron para la explotación de la sal.

Asomando la thenardita con tales dimensiones de longitud y de grueso, no es extraño que algunos ingenieros hayan calculado que en este criadero hay más de un millón de toneladas de mineral. La perfecta regularidad con que asoman sus estratos, ligeramente ondulados y en conjunto casi horizontales, induce á creer que, aun suponiendo reducido á la mitad, ó sean cinco metros, el grueso de la capa de thenardita, como no hay motivos para suponer que ni á los 200 ni á los 400 metros de sus afloramientos cese el criadero en sentido de su anchura, la cantidad de mineral debe ser mucho mayor que la citada, tan indefinida y tan ilimitada como la de sal común de 15 metros de grueso que tiene inmediatamente debajo. Únicamente por el atraso del país se explica que este criadero no haya llegado á ser todavía uno de los principales centros industriales del país.

El sulfato de sosa se ha encontrado también entre las margas yesosas de Añover.

En Quero hay dos lagunas de agua salitrosa que por evaporación produce un *compacto* en el que abunda excesivamente el sulfato de magnesia á expensas del de sosa, que es más escaso.

**CRIADEROS DE OTRAS PROVINCIAS.**—El principal de sulfato de sosa, de la provincia de Zaragoza, radica en término de Mediana, donde, por la mina *Sulfúrica*, se explotaba, á mediados del siglo anterior, una balsa á la que afluyen en tiempos de lluvia aguas bastante impregnadas de sulfatos de sosa y de magnesia. La composición de los cristales de sal obtenidos por evaporación es en 100 partes de 52 por 100 de sulfato de sosa, 27 del de magnesia y 21 del de cal y agua.

El sulfato de sosa impregna también las margas miocenas de los términos de Terrer y Calatayud, en la parte comprendida entre el barranco de la Bartolina, la casa de los Catalanes, la vega del Jalón y la faja diluvial de Ateca. Parajes hay, como el de la vertiente NO. de Armantes, en término de Moros, en que esta sal deposita abundantes efflorescencias.

En las diferentes lagunas ó *labajos* de los términos de Medina del Campo, Olmedo y otros de la provincia de Valladolid, se acumulan, por la acción de las lluvias, grandes cantidades de sales alcalinas (cloruro, sulfato y carbonato sódicos) que yacen diseminadas entre las arcillas y margas miocenas que rodean tales depresiones. No están igualmente repartidas en todas las lagunas esas tres sales, pues en unas, como las de Gómez Navarro, abunda el carbonato sódico; en San Vicente del Palacio el sulfato, y en las de Fuente la Piedra y Medina el cloruro. Hay también charcas con aguas desigualmente saladas en Rubí de Bracamonte, Aldea Mayor, Laguna y La Nava, en la misma provincia.

Los yesos, que ocupan la mayor parte del término de Robinat, á seis kilómetros al E. de Cervera (Lérida), se hallan fuertemente impregnados de sulfato de sosa que se deposita por evaporación en las balsas construidas al efecto para recoger las aguas que por aquellos circulan. Entre Artesa de Segre y Agramunt hay otras dos fuentejillas cuyas aguas llevan la misma sal en disolución.

También se hallan pequeñas cantidades de sulfato sódico entre los yesos de Villarta de San Juan (Ciudad Real). Otros criaderos de secundario interés hay en Lodosa (Navarra).

#### YESO

El sulfato de cal hidratado abunda tanto en el mioceno de la Península, que sería interminable formar la lista de las localidades en que se halla, la mayor parte de las cuales, ó casi todas, quedaron mencionadas en las páginas anteriores. Le hay de todas las texturas y colores que suelen ofrecerse en este mineral, ya en masas aisladas, en cristales sueltos, mezclado con algo de caliza, ó con la arcilla y las margas, ó íntimamente con la arena, formando una especie de arenisca selenitosa, cuya textura se percibe muy bien á los rayos del sol. También es frecuente en vénulas sueltas ó entrecruzadas y reticuladas.

Según demostraron hace tiempo los Sres. Cortázar <sup>(1)</sup>, Calderón <sup>(2)</sup> y otros geólogos, las grandes masas de yeso y de sal que yacen en el mioceno lacustre no se formaron en lagos de agua salada en comunicación con el mar, como supuso Prado <sup>(3)</sup>, ni por la acción de manantiales minerales surgidos en el fondo de aquéllos, sino que después de haber alcanzado su apogeo en punto á caudal líquido, los lagos tienden á ir en disminución, á causa principalmente del natural relleno y elevación de su fondo por los acarreos que recibe. Con sólo que se equilibren aproximadamente el ingreso de agua dulce y la evaporación, como sucede hoy día en muchos lagos, el líquido se va cargando progresivamente de sales, y cuando la evaporación predomina en las épocas de largas sequías, las sales se depositan en orden inverso al de su solubilidad. El yeso empieza á posarse cuando se ha evaporado un 57 por 100 de líquido; le siguen luego la sal común, y, por fin, las otras sales más solubles en los grados ulteriores de concentración.

«Si se admite, agrega el Sr. Calderón, que durante el largo tiempo de la sedimentación de los lagos miocenos hubo épocas en que el caudal líquido disminuía y otras en que crecía, y que, por tanto, las aguas se concentraban y volvían salobres, y se endulzaban después, tendremos una explicación muy sencilla de la formación de las masas repetidas veces alternantes de las sales sódicas y de yeso.»

Si bien mucho menos abundante que en el mioceno, se presenta el yeso en diferentes localidades eocenas cristalizado, laminar y compacto, principalmente en Cataluña. Así se ve entre las margas y maciños del valle de Oliana, Vilanova de Aguda y Solsona (Lérida); Alvañá, Torrellá, Ridaura, San Andrés del Coll y Ripoll (Gerona); de Gurb, Sabasona, entre Carme é Igualada, Odena, Rusena, Clariana (donde alcanza hasta 100 metros de grueso), Tous, Montserrat y otras muchas localidades barcelonesas.

(1) *Descr. de la prov. de Cuenca*, pág. 219.

(2) *An. de la Soc. Esp. de Hist. nat.*, tomo XXIV, pág. 345.

(3) *Descr. de la prov. de Madrid*, pág. 144.

También se halla en las arcillas de Selva (Baleares) y de Benidorm (Alicante), y entre las margas azules de varios puntos de Aragón y Navarra.

Muchas son también las localidades gerundenses donde abunda este mineral. Yace en bolsadas y lechos irregulares entre las margas del valle del Freser cerca de Ripoll, en el del Ter, en San Juan de las Abadesas, en las cercanías de Bañoles, Campdevanol, Porqueiras, etc. En Pont de Molins se encuentra en el contacto con el cretáceo. En Serriñá, á orillas del río Ter, se explota en grande escala una faja de 20 metros de espesor apoyada sobre las margas azules eocenas y cubierta por margas y areniscas margosas. En Beuda, al pie de la montaña de la ermita del Mont, los yesos numulíticos son alabastrinos y se utilizan en la ornamentación, y sus afloramientos se prolongan á Segaró, donde no se prestan tan bien á la labra. En Viure hay otra masa grande de yeso, cuyas canteras surten á casi todo el bajo Ampurdán.

Encuétrase yeso también en las calizas margosas eocenas del Castillico, al S.SO. de Almansiles y cerro del Moralejo de la Puebla de Don Fadrique (Granada), y entre las margas de la misma edad de Alaurín, Periana y Fuente Piedra (Málaga), de Puerto Real, Paterna, Chiclana, Medinasidonia y otras localidades gaditanas.

Abunda el yeso en las molasas oligocenas de Belorado, Briviesca, Quintanapalla, Castil de Carrias, Bañuelos, Zuñeda, Loranquillo y otras localidades burgalesas; en las margas oligocenas de Torralba, el Campo de Gómara, Tejado, Castil de Tierra, Boñices, Sauquillo, Alparrache, Almarail, Miñana, Deza y otros términos sorianos; de Almonacid, Letux y Lécera (Zaragoza); de Raurich y Cubells (Lérida); entre Calaf y Las Escuadras, Castellfollit, Calonje, Dusfort, valle del Cardoner, Martorell y otras localidades barcelonesas; entre Olot y San Juan de las Abadesas (Gerona), y las sierras de San Pasesas, Xurigades y Boixadors (Barcelona); entre Olot y San Juan de las Abadesas (Gerona).

Menos abundante que en las otras cuencas miocenas es el yeso en la del Duero. Se encuentra, sin embargo, á orillas del Riaza, entre

Chañe y La Dehesa, entre Montejo de la Sierra y Linares (Segovia); en Portillo, Pedrajas, Olmedo, Santovenia, Cabezón, Rábano y Renedo, donde es muy abundante (Valladolid); Villatoro, Cerezo de Río Tirón, Villaldemiro, Santa Olalla, Briviesca y otras varias localidades burgalesas; Torremediana, Sauquillo, Frechilla, Monteagudo, Aguaviva, Utrilla, Almaluez, Radona, etc. (Soria).

Abunda el yeso, además, en Arnedo, Ribafrecha, Jubera, Nájera, Azofra, Murillo de Calahorra, Cirueña, Navarrete, Tormantos, Leiba, Velasco, Alcanadre y otras localidades riojanas; Puente la Reina, Estella, Mañeru, Cirauqui, Lorca, Abarzuza, Iruñeta, Arcoua, Riezu, Arguiñano, Irujo, Aras, Aguilar, Falces, Peralta, Andosilla, Carcar, Larraga, Berbinzana y Tafalla (Navarra).

Entre los yesos miocenos más notables de la provincia de Zaragoza, merecen citarse los cristalizados en flecha de cerca de la cueva de la Arcilla y de la Torre de Guaca en Calatayud, y los que, en cantidad extraordinaria, se incluyen en las margas del criadero de sal gema de Remolinos. Hállanse también en Tarazona, Vera del Moncayo, Grisel, Borja, Bureta (donde hay masas de alabastrites), Plasencia, Epila, Fuendejalón, Samper, Villafeliche, Jaraba, Sisamón, Lagata, Letux, Azuara, Almonacid, Belchite, Lécera, y con demasiada abundancia por todos los términos enclavados en el mioceno en ambas orillas del Ebro.

Además de los muchos lugares comprendidos en la gran zona yesosa descrita en la pág. 572, abunda el yeso mioceno en muchas localidades de la provincia de Huesca, entre otras, en Grañén, Almodévar, Tardienta, Alcubierre y otras varias anteriormente citadas.

Arnés, Horta, Prat de Compte, Camposines, Corvera, Ascó, Flix, Villalba, Pobla de Masaluca, Ribarroja, Batea, Piñeras, Caseras y demás situados en la cuenca del Ebro, son los términos de la provincia de Tarragona donde abundan los yesos miocenos, ya en masas ó lentejones irregulares, ya en vetas entrecruzadas en las arcillas y margas. También se hallan en Albarca, Ulldemolins, Cornudella, Vilanova de Prades, Guardia del Prats, Pira, Santa Coloma, Roca-

fort, Las Pilas, Llorach, Forès, Solivella, Blancafort y Espluga de Francolí.

Igualmente abundan los yesos en el mioceno de Teruel, entre otros puntos, en la capital, Híjar, Puebla de Híjar, Alcañiz, La Ginebrosa, Alcorisa, Calanda, Andorra, Torre de los Negros, Martín del Río, Alfambra, Paucrudo, Rillo, Valdecebro, Castralbo, Campillo, Libros, etc.

Entre las localidades de la provincia de Guadalajara donde abunda el yeso, merece citarse el lugar de Aleas, donde es sacaroides, en masas ó riñones de grandes dimensiones, que llaman *morrones*, los cuales se hallan envueltos en una arcilla roja. Se explota para hacer baldosines y otros objetos en la misma localidad, donde también se presenta en hilos y capitas delgadas, á que llaman *cordoncillos*. Encuéntrase también en Tamajón, Cogolludo, Taracena, Marilla, Valdeuoches, Hontova, Auñón y otros muchos.

En las páginas 416 á 427 quedan apuntados los términos de la provincia de Madrid donde se halla el yeso, y únicamente anotaré en este lugar que en el Puente de Toledo, al pie de esta villa, entre huesos de rinoceronte, halló Prado hojitas delgadas de seis caras de yeso blanquecino. El yeso calcífero se encuentra en Colmenar de Oreja, á veces moldeando restos fósiles.

Tanto como en la de Madrid abunda el yeso en la provincia de Toledo, entre otros muchos términos, en los citados en las págs. 414 y 415 de este volumen. En las 455 á 440 se apuntaron las localidades yesíferas de la de Cuenca. Se encuentra también el yeso terciario en Manzanares, Almagro, Villarta de San Juan, Campo de Criptana, Villarrubia de los Ojos, Daimiel, Torralba, Miguelturra y otras localidades manchegas.

Entre los yesos terciarios de la provincia de Valencia, merecen citarse en primer lugar los de las famadas canteras de Nímerola<sup>(1)</sup>; yeso fibroso abunda entre las margas y arcillas miocenas que se extienden entre Crevillente y Aspe (Alicante).

(1) Véase pág. 522.



Entre las muchas localidades murcianas en las que abundan los yesos terciarios con variedad de texturas y colores, hay que citar á Abanilla, Archena, Abarán, Cieza, Murcia, Alberca, Algezares, Venta Seca de Mula, Alcantarilla, Totana y Lorca.

Las inmediaciones de La Malá son las localidades donde más abunda el yeso terciario de la provincia de Granada, presentándose con todas las texturas y colores y con caprichosos detalles estratigráficos de que se trató en las páginas anteriores. Abunda también en Arenas del Rey, Alhama, Agrón, Quéntar, Fornés, Alhendín, Gavia (donde es común el alabastrites), Escúzar, Güevéjar y otros puntos de la misma provincia.

También se encuentra el yeso mioceno en vetillas ó en cristales y láminas aisladas en los términos de Montilla y Aguilar (Córdoba).

#### LIGNITO

Muchos son los yacimientos de lignito en los sistemas terciarios; pero muy pocos los que merecen explorarse para su aprovechamiento, pues, en general, se reducen á vetillas insignificantes.

CRADEROS DE LA PROVINCIA DE BARCELONA.—Entre los yacimientos de lignitos terciarios que hay en la provincia de Barcelona, figuran en primera línea los de la cuenca eocena de Calaf, en la cual se reconocen once capas de carbón, sin contar las que más al N. y al S. de aquélla aparecen en Veciana y en Castelltallat, si bien no todas tienen verdadero valor industrial. El buzamiento general de los estratos es al SO., y marchando hacia este rumbo, á partir del extremo NE. de la cuenca, se puede reconocer en orden ascendente la composición de esta cuenca.

Los Sres. Maureta y Thos trazaron siete perfiles <sup>(1)</sup> de los principales afloramientos; y como resumen de sus observaciones, apuntan los siguientes datos, recogidos desde Guardia Pilosa á Boxadors, pa-

(1) *Descr. fis., geol. y min. de la prov. de Barcelona*, pág. 412.

sando por San Sebastián, Calaf y La Forteza, situados en el centro de la cuenca:

En el torrente dels Arts hay tres lechos de lignito que sólo suman un espesor de 26 centímetros, separados por otros de margas en una altura de 50 centímetros. En el sitio nombrado La Roca se cuentan tres capitas y seis lechitos insignificantes, separados por capas de calizas y margas en una altura de cuatro metros y llegando apenas á uno la suma total del combustible.

En el afloramiento de Sant Pasalás se halla el lignito más concentrado, pues se cuentan tres capas que suman 69 centímetros en la altura total de 77. En el afloramiento de Aleny hay una capa, á la que siguen cuatro lechitos insignificantes, habiendo un total de 52 centímetros de combustible en la altura de 1<sup>m</sup>,46. En el afloramiento de Las Clotas se disemina el combustible en cinco lechos que miden el total de 48 centímetros en una altura de 1<sup>m</sup>,76; en la mina *Valentina* hay siete capitas que alcanzan el total de 80 centímetros en la altura de 1<sup>m</sup>,60; en la *Vulcano*, las cuatro capitas suman 48 centímetros de carbón en la altura de 64; en La Guardia esas cifras se reducen á 20 y á 40 respectivamente, y en la *Realidad* ascienden á 92 centímetros y 1<sup>m</sup>,49 respectivamente.

Hay dos clases de lignito: uno negro, mate, tirando á pardo agrisado, que arde con llama roja oscura, da mucho humo y deja cenizas ferruginosas con algo de sulfato cálcico; y otro negro y brillante, de llama larga y blanca, que no da tanto humo ni tantas cenizas, si bien la proporción de estas suele pasar del 20 por 100. Su potencia media calorífica es de 4955 calorías.

Según advierten los citados ingenieros, la abundancia de pirita de hierro que contienen estos carbones, así como las rocas de su caja, produce su combustión espontánea si quedan expuestos algún tiempo á las influencias atmosféricas.

La extensión de esta cuenca no baja de 15000 hectáreas, pues mide 15 kilómetros de largo desde Sant Pasalás á Veciana, y 10 de ancho desde Castellfollit de Llobregós hasta Prats de Rey.

Cuatro fueron los centros ó fajas principales de explotación que

hubo en esta cuenca en las épocas de mayor actividad. La de la mina *Valentina*, inmediata á Calaf, es la que presenta la mayor cantidad de combustible en una altura relativamente menor y en la que se efectuaron labores más extensas; pero su laboreo era el más penoso, por la mucha cantidad de piratas de las margas y del combustible, produciéndose fácilmente grandes incendios.

La faja de Sant Pasalás ofreció las mejores condiciones para la explotación y dió el mejor lignito á partir de 1870, enlazándose sus labores con el ferrocarril de Zaragoza por un ramal de cinco kilómetros.

La faja de la mina *Vulcano*, próxima á San Martín de Sasgayolas, dio carbones de bastante buena calidad para las fábricas de Igualada y los tejares y hornos de cal de la comarca; y por fin, la faja de La Guardia es la más pobre en cantidad y calidad de combustible, pero hubo año en que arrancó más de 4000 toneladas.

La producción media anual de esta cuenca desde 1872 á 1881 fué de 6644 toneladas, cuyo precio de venta á boca mina oscilaba entre 7 y 8 pesetas cada una.

Al N. de la de Calaf, separada de ella por la sierra de Boixadors, se halla la cuenca de Castelltallat, en la que hay dos capas de lignito: una de 20 centímetros de grueso, y otra de 50 á 40, situada de 50 á 40 metros más alta, que yace entre margas inclinadas 5° al NE., y da un carbón negro, graso, algo hojoso, de fractura desigual, con pirita de hierro y vetillas de yeso. No hay duda que esta cuenquecita es la rama septentrional de un anticlinal al que corresponde la otra rama de la cuenca de Calaf.

En el terciario lacustre que se extiende á la derecha del Noyá, desde San Saturnino á Martorell, hay varias capas de lignito que se reconocieron en la mina *Nueva Alsacia*, del término de San Juan de Subirats. Inclinan suavemente al O. y suman un espesor de 0<sup>m</sup>,77 á 1<sup>m</sup>,20 de carbón limpio, de buena calidad, y son dos [las principales, comprendidas entre calizas, en sitios separadas por lechos margosos de 5 á 18 centímetros de grueso, y en sitios subdivididas en tres y hasta en seis capitas, separadas también por margas en una

altura total que se acerca á dos metros. Afloran cerca de la Torre Ramona, junto á la confluencia de los barrancos de la Font Santa y de Basa Llopart; pero los yesos que hay en contacto con la cuenca las dislocaron, hasta el punto que en el espacio de 20 metros se cuentan cuatro saltos.

Al N. de la anterior, separada por un islote del mioceno marino del Panadés, hay otra cuenquecita lignífera en capas horizontales, en la cual el combustible, intercalado entre margas yesosas, se reduce á lechitos de 6 á 8 centímetros de grueso y carece de valor industrial.

Tampoco es mejor otra cuenquecita que en la falda meridional del Montseny se apoya sobre el paleozóico en las cercanías de Campins.

Otro depósito insignificante hay en el mioceno lacustre de San Martín de Tous, al O. de Igualada, y cuyo lignito ofrece la particularidad de estar formado por filamentos entrelazados.

Aunque sin importancia industrial, hay algunos afloramientos de lignito junto al puente de las Mallo's, en el camino de Calat á Igualada, en la carretera de Manresa á Cardona, dos kilómetros al S. de esta última población, y en las inmediaciones de Sant-Boy de Lluçanès, donde en vano se intentó explorarlo. Estos carbones no pueden confundirse con los de la formación oligocena, por su diferente nivel estratigráfico, por la forma de su yacimiento, que es la de nidos ó vetitas irregulares, y por el aislamiento geológico en que se encuentran los de Sant-Boy, que son los más importantes. Por fin, se hicieron registros y reconocimientos someros en otros afloramientos insignificantes del numulítico de Castelltersol, Marfá, Santa Coloma Saserra, Moyá, Oló, Collsuspina, Montañola, San Martín de Sobremunt, etc.

**CRADEROS DE LIGNITO GERUNDENSE.**—En Sanavastre y en Llivia, pueblos situados en la misma frontera de Francia, yacen algunas capas de carbón terciario que no parecen desprovistas de interés.

Hace años se abrieron en Llivia algunos pozos en busca del lignito que á corta distancia se explota en la concesión francesa de Estabar, todos ellos demasiado cerca de los bordes del depósito lacustre en

que se formó dicho combustible, y así fué que no dieron resultados satisfactorios.

En orden descendente se cortaron las capas siguientes:

- 1.—Tierra vegetal = 1,40 metros.
- 2.—Grava muy acuifera, de pizarras, cuarzo y granito = 12,50 metros.
- 3.—Arcilla roja = 0,40 metros.
- 4.—Carbón = 0,02 metros.
- 5.—Arcilla azul, con troncos y hojas = 0,40 metros.
- 6.—Carbón = 0,05 metros.
- 7.—Arcilla azul, con bolas de piritita de hierro = 0,40 metros.
- 8.—Arcilla carbonosa, con vetas de lignito = 1 metro.
- 9.—Arcilla cenicienta = 0,05 metros.
- 10.—Carbón = 0,40 metros.

Otras investigaciones, situadas más hacia el centro del valle, hubieran cortado con mayor espesor el yacimiento, que, á juzgar por la estructura geológica del país, debe extenderse por el subsuelo de la Cerdaña en una superficie considerable.

En Sanavastre se explotó el criadero de la mina *Mercedes* y varias otras concesiones agregadas á ella; pero la escasez de pedidos, debida probablemente á la competencia del carbón de Estabar, que, si bien es de inferior calidad, se presenta en capas muy potentes, sólo permitió sostener un laboreo muy reducido. La formación se levanta por el lado de la montaña y buza por la parte del valle unos 15° al O., aunque no deja de haber excepción. Las labores han debido por esta razón ir profundizando, y bien pronto las aguas las han detenido; de suerte que habiéndose reconocido, según noticias, ocho capas, no se pudieron examinar más que las que figuran en el corte siguiente, á partir de la superficie:

- 1.—Tierra vegetal = 1 metro.
- 2.—Grava y arena = 1,40 metros.
- 3.—Arcilla = 0,50 metros.
- 4.—Carbón = 0,60 metros.
- 5.—Arena floja, micácea, procedente de la descomposición del

granito, encerrada entre dos delgados lechos de arcilla = 1,40 metros.

- 6.—Carbón = 0,80 metros.
- 7.—Arcilla = 0,80 metros.
- 8.—Carbón = 0,60 metros.

Las cinco capas de lignito que dicen haber debajo de la 8 suman 1<sup>m</sup>,40 y están separadas también por bancos de arcilla.

El lignito es de color pardo y pizarreño, arde con llama corta algo azulada, que dura cinco minutos en un trozo de cinco gramos, y según el Dr. Codina, contienen, al estado seco, 56,60 de substancias volátiles, 51,86 de carbono y 11,54 de cenizas, que son rojas.

CRIADEROS DE LIGNITO DE BALEARES.—En opinión del Sr. Vidal <sup>(1)</sup>, la cuenca carbonífera de Selva y Binisalem (Mallorca), que fué clasificada de cretácea ó infracretácea por los geólogos que le precedieron, corresponde á la parte inferior del eoceno, de cuyo sistema no es posible separarla. Las capas de combustible, inclinadas de 15 á 20° al O., se apoyan sobre las neocomienses que afloran en la vertiente meridional de la fila de colinas de Can Orrach y Can Geroni. En esta última se trabajó la mina *Esperanza*, donde hay una capa de lignito de 1,50, de grueso, dividida en tres secciones, que se reducen á 0<sup>m</sup>,80 por dos lechos intermedios de marga que contienen *Planorbis* aplastados. El combustible es negro, brillante, compacto, de 1,54 de densidad, conteniendo en 100 partes 54 de carbono, hasta 38 de materias volátiles y de 6 á 12 de cenizas; no da coque, y su potencia calorífica oscila entre 4160 y 4500 calorías.

En orden ascendente, sobre las capas neocomienses se presenta en esta mina el sistema eoceno con el orden siguiente:

- 1.—Capa de carbón.
- 2.—Calizas fétidas parduzcas que alcanzan hasta 80 metros de grueso, algunas de cuyas capas están formadas por concreciones tubulares, con la falsa apariencia de fósiles.
- 3.—Margas blanquecinas terrosas.

(1) *Bol. Mapa geol. de España*, tomo VI, pág. 6.

4.—Calizas fétidas, compactas, que suman 40 metros de espesor, y son de color más claro que las del núm. 2.

5.—Conglomerados calizos, duros, con cemento margo-sabuloso, en bancos muy gruesos que coronan las alturas.

En opinión del Sr. Vidal, este yacimiento de lignito, con su fauna especial, tal vez enteramente nueva, es un depósito local formado en los albores del eoceno, en un lago cuyo fondo estaba constituido por rocas neocomienses, por lo menos hacia el borde oriental de la cuenca.

Entre Binisalem y Lloseta, en término de Beniamá, se reproducen los caracteres de este curioso depósito en las antiguas minas *Jupiter* y *San Luis*. Junto á la boca-mina de esta última, las calizas neocomienses inclinan 20° al E.; sobre ellas yacen unas margas azuladas que son la base de la cuenca; encima se hallan las capas de lignito de 20 centímetros á un metro, separadas por lechitos de uno á cinco centímetros de margas, y encima se desarrollan las calizas fétidas en grandes bancos. En algunos sitios el combustible pasa del extraordinario espesor de 10 metros.

Selva, que se encuentra cerca de allí, está edificada sobre esas calizas, que contienen el *Bulimus Bouvyi*, Haime, y una melania indeterminada.

Cerca de Selva está la mina *San Cayetano*, cuya explotación quedó interrumpida á causa de un incendio producido espontáneamente en el combustible.

Trazas de lignito inaprovechable se ven además entre Valdemosa y Deyá, al E. de Montuiri, en Villafranca, entre los cabos Jucú y Llentrisca, de Ibiza, y otras localidades baleares.

LIGNITOS DE ALCOY.—Entre los bancos margosos miocenos de Alcoy se encuentran varias capas de lignito que ya fueron objeto de importantes labores á mediados del siglo anterior, en las antiguas minas *Divina Pastora*, *Solitaria* y otras. Algunas de esas capas llegan á un metro de espesor, inclinadas 45° al O. El lignito presenta diversas variedades, desde el leñoso parduzco hasta el negro y lustroso como el azabache, no faltando entre él la pirita de hierro. Pa-

saron de 170 metros las profundidades de algunos pozos que se abrieron hace más de medio siglo para la explotación de estos yacimientos, que se cruzaron por varias galerías longitudinales y transversales.

LIGNITO DE OTRAS PROVINCIAS.—Varias son las localidades del eoceno lacustre ú oligoceno de la provincia de Huesca donde yacen capas de lignito, por regla general inaprovechable, y, entre otras, en la bajada de Laguarda á Secorún, entre Aineto y San Urbez, en La Paül y Monte Arnedo, en la Cogulla de Capella, entre Palo y Trillo.

En los confines de las provincias de Huesca, Lérida y Zaragoza, cerca de la confluencia del Segre y del Cinca con el Ebro, por los términos de La Granja, Torrente, Mequinenza, Almatret y Fayón, se extienden varias capas de lignito que repetidas veces se han explotado y abandonado desde hace más de un siglo. Poco antes de 1808 se estableció á la izquierda del Segre, entre La Granja y Mequinenza, una fábrica de vidrio, á la que sucedió después otra titulada *La Esperanza*, que tenían como principal base el aprovechamiento de este combustible. En estos últimos años volvió á emprenderse la explotación de estos yacimientos, que pueden ser aprovechados con ventaja por haberse perfeccionado mucho las vías de comunicación.

Entre las areniscas lacustres del monte Gordovil, término de Barrio (Alava), inclinadas 60° al S. 25° E., hay varios lechos delgados de lignito, uno de los cuales asomó con un metro de espesor, pero muy mezclado con pizarra. En la segunda mitad del siglo anterior fueron objeto de algunas investigaciones infructuosas, pues en general el grueso del combustible se reduce á espesores de 4 á 10 centímetros. Lo mismo sucedió con otros lechos parecidos de Bernedo, Pipaón, San Román y Aramayona, y los de las molasas oligocenas de Nograno, en la misma provincia.

Entre las margas arcillosas miocenas del término de Nalda (Logroño), hay una capa de 25 centímetros de grueso de un lignito de mala calidad, que arde con llama corta y que sólo rinde 1762 calorías, y contiene hasta 46 por 100 de cenizas, 46,50 de agua y materias volátiles y sólo 7,50 de carbono.

Entre las calizas miocenas de Cihuela (Soria) existe una capa de 0<sup>m</sup>,60 de espesor, sólo aprovechable en una pequeña parte, lo cual motivó su abandono después de varias tentativas de explotación. En Pinilla del Olmo y en la cuesta del Carril de Villasayas, yacen también entre calizas unos asomos de color negro; pero más bien que de lignito son de un légamo carbonoso que, sometido á la acción de un fuego intenso, sostiene la combustión por corto tiempo. Los mismos lechos carbonosos de Cihuela se prolongan al término de Embid (Zaragoza).

Otros criaderos de lignito de secundario interés ó inaprovechables se ven en el barranco de la Mina de Dosaguas (Valencia), citado en la pág. 527; en el barranco de Villanueva, á tres kilómetros al SO. de Concentaina; en el barranco del Azufre de Benimarfull (Alicante), y en las calizas eocenas de Pontils (Tarragona).

Por fin, también hay lechos muy delgados é inaprovechables de lignito terroso en las arenas y arcillas de algunas manchitas asturianas, señaladas anteriormente como miocenas; en las inmediaciones de Valdelaguna (Madrid), de Brihuega, Villaviciosa, Almadrones y otros pueblos de la provincia de Guadalajara, Grisel (Zaragoza), cercanías de Seo de Urgel (Lérida), Concul (Teruel), fuente de la Hontanilla de Tarancón (Cuenca), en la sierra de la Grana, al NE. de Martos (Jaén), Arenas del Rey, Jayena, Alfacar y otros términos granadinos.

#### ASFALTO

Los criaderos de asfalto más importantes de España se hallan en los términos de Maestu, Atauri y otros de la Hermandad de Araya (Alava), donde varios asomos de ofitas y de yeso indican haber existido allí diversos fenómenos hipogénicos, con los cuales debe relacionarse el origen del asfalto. La impregnación ocurrió de una manera muy irregular en las arenas y areniscas senonenses y en las calizas numulíticas, y la explotación se limitó casi exclusivamente á estas últimas. En la mina *San Ildefonso*, que es la más antigua y

donde más se ha trabajado, esas calizas, algo magnesianas, inclinan ligeramente al S. y forman una escarpa casi vertical del lado opuesto á su buzamiento. La impregnación asfáltica no guarda relación manifiesta con la estratificación, y parece limitada en el sentido vertical á la altura de unos 10 metros. Su ley media en asfalto se estima en 12 por 100, llegando á veces al 20, y las labores para su explotación se reducen á excavaciones irregulares, calculándose que existen unas 60000 toneladas de mineral.

Al E. de la anterior y también sobre las calizas numulíticas, están las minas *Esperanza* y *Berta*; y á mayor espacio que en las tres se extiende la impregnación de la *Lucia*, situada en la Peña del Fraile, inmediata al pueblo de Atauri, sobre la margen derecha del Ega, calculándose que en ella se contienen unas 140000 toneladas de caliza asfáltica.

En otros varios puntos de los términos de Corres, San Román y Antoñana, se ven también rocas algo impregnadas de asfalto.

Al pie de las excavaciones de la mina *San Ildefonso* se halla la fábrica en que se elaboran los productos de dichas minas, con aparatos de moler, moldear y prensar movidos por una máquina de vapor de 50 caballos. A la caliza asfáltica, después de pulverizada, se agrega de 5 á 6 por 100 de betún natural, y se forman panes de 20 á 25 quilogramos, en cuya forma se exportan. Por destilación se obtienen además betún natural y betún judáico para barnices. Puede producir la fábrica 7200 toneladas de pasta en panes, cuyo valor se estima en seis pesetas quintal métrico; pero su producción suele ser mucho más limitada. En 1882 se obtuvieron 292 toneladas.

Al E. de Peñacerrada (Alava), las calizas y areniscas oligocenas están en cierta extensión algo impregnadas de sustancias bituminosas, y motivaron exploraciones que resultaron inútiles.

Parecen desprovistas de interés varias capas de areniscas terciarias, impregnadas de asfalto, de los términos de Fuencaiente, Pedroso, Santa Gadea, Solanas, Robledo de las Puebas y otros de la provincia de Burgos.

Materias bituminosas, aunque en pequeñas cantidades, se encie-

rran en los conglomerados miocenos de Jaraba (Zaragoza), y en la caliza arcillosa, parda y fétida que se intercala entre las margas eocenas de Pont de Molins (Gerona), así como en las margas intercaladas entre las calizas de la misma edad de la montaña de Santa Catalina, cerca de Manresa (Barcelona), y en las margas miocenas de los criaderos de azufre de Libros (Teruel) y Hellín (Albacete).

#### OTROS MINERALES

Muy pobres en criaderos metalíferos son los sistemas terciarios; y únicamente como recuerdo estadístico citamos á continuación los principales.

MINERALES DE MANGANESO.—Si bien con pequeñas cantidades, en la provincia de Teruel es donde con mayor abundancia se han presentado los minerales de manganeso de las formaciones terciarias. En las partidas de Val de Aznar y Val del Fierro, del término de los Olmos, se presentan en la masa de los conglomerados; se ven también señales en los parajes llamados El Tamborero y la loma del Carro, del de Alfambra, y entre las calizas de Tortajada, Valadoche y Olba, en este último acompañado el mineral de mucha sílice y de carbonato de cal. Entre cinco y seis kilómetros al O. de Teruel, en el sitio denominado La Celadilla, hay una capa de arenisca muy arcillosa, inclinada al NO., que en sitios está muy impregnada de óxidos de manganeso, viéndose nódulos y manchas muy brillantes de pirolusita; y asimismo, en esa partida y en sus límites, denominadas Barranco de la Cueva, El Majano y Pedriza del Corral, así como en el sitio llamado El Carrascalejo, en las grietas y barrancos abiertos en las calizas miocenas, y en el acarreo que los rellena, se halla el óxido de manganeso en bolsadas superficiales, generalmente pulverulento y mezclado con arena, y algunas veces litoide y cristalizado en agujas. A mediados del siglo anterior estos criaderos fueron objeto de activas investigaciones, varias veces interrumpidas y actualmente abandonadas.

También se encuentra en el cimiento del conglomerado eoceno del castillo de Soria.

Entre los conglomerados de Grajaneros (Guadalajara) hay cantos teñidos de pirolusita, la cual se halla también en pequeñas masas, interpuestas de tal modo, que, según Prado advierte, debieron haberse formado con posterioridad al depósito de los bancos en que yacen.

Se encuentra también en el cimiento de los conglomerados de la cuenca del Jalón (Zaragoza) y de Jubera (Soria), entre las grietas y oquedades de la caliza de Montserrat (Valencia), ya en masas concrecionadas, algunas á modo de estalactitas, ya en nódulos ó riñones.

PIRITA DE HIERRO.—En la cantera del Montjuich de Barcelona, llamada del Castellá, se ve la pirita de hierro, en parte transformada en limonita cristalizada, en cubos aislados ó agrupados, ó amorfa, formando un veteado horizontal, sobre una marga arcillosa, endurecida, que llaman *galba* en el país. Bolas de pirita se hallan también entre los maciños y gonfolitas de Barrio Siero y Barcones (Burgos), y cristalillos en la caliza eocena del cerro de Santa Eulalia, al NO. de Palma de Mallorca.

OXIDOS DE HIERRO.—Pocos, y sin valor industrial, son los criaderos de hierro que hay en el terciario. En las areniscas miocenas de Villanañe (Alava) se intercala un lecho de hematites roja, reducido á un espesor de 40 centímetros. Las calizas margosas del castillo de Longás (Zaragoza) se hallan también muy impregnadas del hidróxido.

Entre las areniscas y pudingas de Castrovido (Burgos) hay pequeñas cantidades de hematites y hierro carbonatado; y también hay señales de minerales ferruginosos en los maciños y gonfolitas de Villota, Gayangos y otros puntos de la misma provincia. Abunda también la hematites en el cimiento de los conglomerados de la cuenca del Jalón, en Jubera (Soria) y otras localidades zaragozanas inmediatas.

Se encuentra la limonita asociada á la pirita en la cantera del Castellá, en el Montjuich (Barcelona), amarillenta y parduzca, procedente de la descomposición de la segunda.

El cimiento arcillo-ferruginoso de las gonfolitas que cruza el río

Matarraña (Teruel), se transforma parcialmente en ocre amarillo ó rojo concrecionado, sin valor industrial.

**MINERALES DE COBRE.**—En los maciños y molasas miocenos de varias provincias se encuentran algunos yacimientos cupríferos, de más aparatosa apariencia que de valor positivo. Tal es, entre otros, el que hay en el Barranco de la Cuesta, á un quilómetro al E. de la Almunia del Romeral (Huesca), donde se observan varias cuevas y galerías tortuosas abiertas con objeto de extraer mineral de cobre. Carbonatos de este metal impregnan efectivamente la molasa de ese punto, y era natural que, desde tiempos antiguos, llamase la atención por el color verdoso claro con que se ofrece. Hubo también quien supuso que varios nódulos de pirita gris, que en aquéllos vienen enclavados, contienen cierta proporción de plata; pero aun concediendo que así sea, es tal la pequeñez y pobreza del criadero, que debe considerarse sin valor alguno. A orillas del Guatizalema se han explorado otros en el mismo término, y también entre Lobato y San Román, junto al río Calcón, poco antes de unirse al Hormigo, y entre San Román y Bierge, en el sitio llamado Plano Hospital.

Entre el cemento de los conglomerados de Biel (Zaragoza) se encuentran también pequeñas cantidades de mineral de cobre, en su mayor parte convertido en carbonato.

**PLATA ROJA.**—Entre los cantos del conglomerado poligénico de la ladera N. de Los Blanqueares, en término de Grajaneros (Guadalajara), se encontraron hace más de medio siglo fragmentos de plata roja, procedente, sin duda, de los criaderos de Hiendelaencina, alejados de allí unos 20 quilómetros. Tales fragmentos fueron aportados de tan larga distancia en los violentos arrastres con que comenzaron á formarse los primeros bancos miocenos; y las excavaciones que se practicaron para aprovechar tan rico metal en dicho paraje, resultaron infructuosas por su excesiva rareza.

Son también algo argentíferas las margas miocenas de Quéntar (Granada).

**SALITRE.**—El nitrato potásico abunda considerablemente en las arcillas miocenas de la provincia de Zamora, entre otros puntos, en

la cuenca en que se encierran las lagunas de Villafáfila, por donde corre el río Salado. Después de grandes lluvias, su suelo se cubre de abundantes eflorescencias de nitro, que antiguamente se recogían, constituyendo un artículo de comercio. Se hallan también eflorescencias en Villarrin de Campos, Villalba de Lampreana, Riego del Camino, Coxanes, Quintanilla del Monte, Villanueva y Villamayor del Campo. También abundan las eflorescencias salitrosas en casi todas las localidades miocenas del Alto Aragón, sobre todo en los partidos de Huesca, Sariñena y Barbastro.

Aunque de secundaria importancia, son también salitrosas las margas miocenas de los Barrancos de Valdehurón y de La Rúa, en las laderas del Jalón, y de otros parajes de las inmediaciones de Tauste, Terrer y Calatayud (Zaragoza), y de diversas localidades terciarias de las provincias de Murcia, Albacete, Almería, etc.

**EPSOMITA.**—El criadero más afamado de sulfato de magnesia que hay en España es el de la cueva de la Arcilla, sita entre Calatayud y Huérmeda (Zaragoza), del cual, á fines del siglo xviii, dió las primeras noticias el ilustre químico Proust, quien se expresó, con tal motivo, del modo siguiente <sup>(1)</sup>: «Pero lo que me causó más novedad fué el ver entre Teray y Calatayud una montaña de tal modo encañecida por esta sal, que no pude resistir el ansia de baxar del coche para asegurarme por mí mismo de que no era nieve.»

Casi siempre esta sal va mezclada con el sulfato de sosa; pero en la citada cueva se aísla de las margas yesíferas, tapizando la superficie y formando madejas en largas fibras capilares de brillo sedoso.

La epsomita acompaña á la dusodila en las minas de Hellín (Albacete) y á las margas de Murcia.

**ALUMBRE.**—La piedra de alumbre aparece entre las caras de sedimentación y de la fractura de los maciños miocenos de Calanda (Teruel), que allí son blancos y rojizos y yacen en bancos de 0<sup>m</sup>,60 á 1<sup>m</sup>,20 de espesor, inclinados 10° al S. También se halla en Ariño, donde hubo un tiempo en que funcionaron cinco fábricas, y en

(1) *Anales de Hist. natural*, tomo I, pág. 145.

Alcañiz, donde se explotó en las inmediaciones de Puig Moreno.

**GLAUCONITA.**—Entra con abundancia en la composición de muchas calizas y margas eocenas, así como de varias areniscas miocenas de Andalucía, y fué objeto de un estudio detenido de los Sres. Calderón y Chaves <sup>(1)</sup>. En general se presenta en granos redondos y pequeños, dispersa entre los otros elementos de la roca ó rellenando los diminutos esqueletos de los foraminíferos. En láminas delgadas varía su color entre el verde esmeralda y el de la esparraguina, y á veces son parduzcas, como sucede en la caliza granuda de Jerez, llamada *martelilla*. Es muy refringente, ligeramente policrómica, observándose muy bien en láminas preparadas con las losas de Tarifa las tintas verde-oscuras y amarillas de limón. Los granos de glauconita son agregados de pequenísimos elementos, y observados entre los nicóles cruzados, enforando y desenforando alternativamente, se extinguen en ciertos momentos y se iluminan en otros, lo que indica su desigual orientación. Fijándose en un solo elemento se extingue en cuatro posiciones correspondientes á dos cuerdas normales durante una rotación completa de la platina.

En su composición entran la sílice por 50 por 100, óxido ferroso 21 y potasa 10, con cantidades muy variables de magnesia (de 0 á 16,6), de cal (de 0 á 5,5), la alúmina (de 0 á 15,52) y el agua (de 5 á 6); y en resumen, es un silicato ferroso-potásico hidratado, con las otras substancias accidentales.

Tocante á su origen, parece casi probado que en su formación debió intervenir una substancia gelatinosa en mares profundos, lo cual se explica por su íntima relación con los yacimientos de foraminíferos, habiéndose notado que los granos de glauconita son macroscópicos y abundantes en la caliza de heterosteginas de Sierra Morena, microscópicos y escasos en las calizas eocenas con rotalias y bolivinas de la provincia de Cádiz, y en el barro calizo de globigerinas de Morón.

**MAGNESITA.**—La más fina de las que yacen en el mioceno de Espa-

(1) *Anales Soc. esp. Hist. nat.*, tomo XXIII, pág. 4.

ña es la de Cabañas (Toledo), sobre la cual se extiende una capa de pedernal celular y cavernoso, rellenos sus huecos de una tierra blanquecina, que en profundidad se hace compacta, azulada y rojiza. La magnesita yace en lechos de 2 á 25 centímetros sobre una capa de arcilla muy suave y untuosa al tacto, amarilla y rojiza. En vista de la recíproca compenetración de la sílice en la magnesita y de esta en el pedernal, Vilanova supuso que la tierra blanquecina que rellena los huecos de este último es un silicato de magnesia <sup>(1)</sup>. De todos modos, es muy frecuente encontrar la magnesita penetrada por masas irregulares y venillas entrecruzadas de pedernal. Este criadero fué objeto de más activas explotaciones á fines del siglo XVII, en el que se abrieron distintos pozos y galerías.

En la antigua fábrica de porcelana del Retiro, destruida hace un siglo, se empleaba mucho la magnesita de Vallecas en la composición del bizcocho; después se utilizó algo para hacer hornillas y hornos de laboratorio, y hoy es más común su uso en la construcción de tabiques, llamándose *casote* y también *pedra loca*, á causa de su ligereza.

**DOLOMÍA.**—En las margas yesíferas de los barrancos del Salobral y de la masía de Nogués, por encima del Calvario, cerca de Teruel, abundan cristales negros de dolomía, que examinados en 1845 por Maestre, supuso que correspondían á una especie nueva á que dió el nombre de *teruelita*. Más tarde, Breithaupt consideró este mineral como una variedad de la breunerita del Tirol; pero en 1875 demostró Quiroga <sup>(2)</sup> que no era tal especie, sino una variedad de dolomía compuesta de carbonato de magnesia y de cal, con pequeñas cantidades del ferroso é indicios del manganeso. Posteriormente examinó Brun estos cristales, afirmando que al lado de los romboedros *e*<sup>s</sup> dominantes hay la combinación de esta forma y del romboedro *p* con *a'*, muchas veces roida, debiéndose su color negruzco á granillos opacos de magnesita; pero respecto á esto último, el señor

(1) *Act. Soc. esp. Hist. nat.*, tomo IV, pág. 46.

(2) *Anales Soc. esp. de Hist. nat.*, tomo II, pág. 246.



Gaubert cree que más bien son materias carbonosas las que enturbian los cristales.

Se encuentra también la teruelita en las cercanías de Alcoy (Alicante).

**SULFATO DE ESTRONCIANA.**—En cantidades insignificantes esta sustancia suele encontrarse en varios puntos donde abundan los yesos terciarios. En el cerro de Centa, á un kilómetro al E.NE. de Puerto Real (Cádiz), se halla entre las arcillas en masa y cristalizado.

**DUSODILA.**—Abunda en las margas azufrosas de Hellín, acompañada de fibras sedosas de epsomita, presentándose dos variedades, en hojas delgadas y en lajas muy frágiles, observándose agrupaciones ramificadas debidas á infusorios naviculares. Su composición en cien partes es: cenizas, 63,11; carbono, 6,80; agua, 2,91, y materias volátiles, 27,18, contándose entre estas las sustancias nitrogenadas que se acusan por el olor empirreumático que desprende al arder, según advirvió el Sr. Areitio (1).

#### AGUAS MINERO-MEDICINALES

Grande es el número de manantiales de aguas minero-medicinales que brotan en las formaciones terciarias, y muchos de ellos son de los que figuran en primera línea por su acreditado renombre en la curación de las respectivas dolencias, según sus diferentes clases.

**AGUAS SULFURADAS SÓDICAS.**—En el eoceno de la provincia de Gerona brotan las fuentes que á continuación se expresan: A la izquierda del Llobregat, en término de Campmany, las de la variedad silicatada, nombradas de las *Mercedes* y de *San Rafael*, de secundaria importancia. La primera, de 24°,5, contiene por litro 16,06 centímetros cúbicos de nitrógeno y ácido carbónico, 1,74 de ácido sulfhídrico, y nada más que 0,2575 gramos de sustancias fijas, entre las cuales figuran en primer término silicato, cloruro y sulfato sódico,

(1) *An. Soc. esp. Hist. nat.*, tomo II, pág. 386.

cos, con materia orgánica nitrogenada, sulfuro sódico, bicarbonatos cálcico, sódico y magnésico, alúmina é indicios de yoduro alcalino, ácido bórico y litina. En la de *San Rafael*, que brota con 21°, hay 12,5 centímetros cúbicos y 0,4179 gramos de sustancias fijas por litro, figurando en primer término el bicarbonato, el silicato, el sulfato y el cloruro sódico, con menores proporciones de materia azoada, bicarbonatos cálcico y magnésico, óxido de hierro, sílice libre y alúmina.

En el eoceno de la provincia de Barcelona hay los siguientes manantiales: los de la Puda de Montserrat, que son cuatro, con temperaturas comprendidas entre 27 y 29°, tres á la izquierda del Llobregat, que arrojan 248 litros, y otro á la derecha, que da 159. Cada litro de agua contiene 129,28 centímetros cúbicos de ácido carbónico, 21,55 de nitrógeno y 2,556 gramos de principios fijos, de los cuales 1,025 de cloruro sódico, 0,455 de sulfato cálcico, 0,407 de sulfuro sódico y 0,546 de cloruro cálcico. El resto, en orden decreciente, es de bicarbonato cálcico, sulfato sódico, cloruro y bicarbonato magnésico, materia orgánica, alúmina, óxido férrico é indicios de bromuros, yoduros y ácido bórico. Especiales para las enfermedades herpéticas y bronquiales.

Las aguas de la Font Santa brotan en la orilla derecha del río Ges, término de San Pedro de Torelló: son diáfanas al salir del manantial, con 16 á 19° de temperatura; pero después de expuestas al aire se enturbian y depositan un sedimento fibroso, suave al tacto, y contienen gas sulfhídrico, bicarbonato magnésico, nitrato sódico, sulfatos sódico y magnésico y glerina.

Por medio de un pozo se descubrió en 1878, en la calle de San Francisco, extramuros de Vich, un manantial al que se llamó *Fuente de Santa Ana*, cuya agua despidе olor de hidrógeno sulfurado que entra en la proporción de 2,012 centímetros cúbicos por litro, mezclado con 19,805 de nitrógeno y 5,88 de ácido carbónico. Su temperatura es de 15°, y también por litro contiene 1,816 gramos de materias fijas, de las cuales corresponden 0,7558 al cloruro sódico, 0,5875 al sulfato sódico, 0,2289 al bicarbonato cálcico y 0,1577 al

bicarbonato sódico, completando el resto el sulfuro sódico, los cloruros magnésico y cálcico, el silicato sódico, los sulfatos potásico y cálcico, la alúmina y la materia orgánica, con trazas de litina, ácido fosfórico, óxido férrico, bromuros y yoduros.

AGUAS SULFURADAS CÁLCICAS.—En mayor número que las del grupo anterior son los manantiales sulfurado-cálcicos del terciario de la Península.

La font *Pudosa*, de Bañolas (Gerona), es un río que nace junto al lago, á dos kilómetros de la villa, entre las margas numulíticas, cubiertas por toba caliza. Arroja 12 pies cúbicos por minuto de agua cristalina, de sabor soso y luego desagradable; pierde su diafanidad expuesta al aire; despide fuerte olor de huevos podridos, y contiene en un litro los siguientes elementos: sulfato cálcico, 0,5425; borato sódico, 0,2416; sulfato magnésico, 0,1185; ácido silícico, 0,1157; bicarbonato cálcico, 0,1152, y el resto, hasta 1,1065 gramos, cloruro cálcico y magnésico, sulfuro cálcico y bicarbonato magnésico, con cantidades indeterminadas de yoduro alcalino, litina y materia orgánica.

También nacen entre las margas eocenas las fuentes sulfurosas del *Guixer* y de las *Cors*, del término de Ripoll; la de la casa de Vila, del de Porqueras; una junto á la masía de Can Fogona, y otra detrás de la iglesia de San Lorenzo de la Muga; tres cerca de las casas de Tolosa, Esparonell y Verdaguer, del término de Vallfogona, todas en la misma provincia de Gerona. Brotan entre las margas de San Juan de las Abadesas cinco sulfurosas frías, la más importante la *Pudosa* ó dels *Valls*, sita en el torrente Roser, cerca de su confluencia con el Ter, á medio kilómetro de la villa. Es incolora, con fuerte olor de hidrógeno sulfurado, marca 44° y rinde 10 litros por minuto. Otras dos hay en el torrente Pudol, otra en el del Reixach y otra en la sierra del Cadell.

Entre las sulfurosas cálcicas del terciario de Barcelona hay que citar la de Mirambell y la de San Juan de Subirats. La primera nace á 696 metros de altitud, en las calizas lacustres de Calaf, y cuyas aguas claras y transparentes se hacen lechosas, y acentúan cada vez

más el olor y el sabor característicos después de recogidas. Su temperatura oscila entre los 17 y los 22°; contiene bastante aire atmosférico, ácidos sulfhídrico y carbónico, carbonato de cal, cloruros sódico, cálcico y magnésico, sulfato de cal y glicerina. Junto á las ruinas de la ermita de la Font Santa nace el manantial sulfuroso-cálcico de San Juan de Subirats, que en diferentes épocas ha sufrido alternativas de emergencia y desaparición. En 1811 desapareció repentinamente; aparecieron después tres veces, por efecto de varios trabajos de alumbramiento, volviendo á desaparecer á los pocos días, y más tarde reaparecieron con caudal copioso.

Varias fuentes sulfurosas, de secundario interés, brotan en las calizas y margas eocenas de la provincia de Huesca. A poco más de cuatro kilómetros, al N. de Jaca, término de Torrijos, sobre la margen derecha del Aragón y constantemente amenazada por sus avenidas, hay una de olor y sabor hepáticos, que afluye á borbotones con escaso caudal, depositando un sarro blanco azufroso en las paredes de la pila en que se recoge. A cinco kilómetros de Hecho y cuatro de Ordués está la fuente del *Baño*, que apenas arroja un litro por minuto de agua sulfurosa fría, clara é incolora, y que en 100 litros contiene 0,912 gramos de materias fijas, correspondiendo 0,715 al carbonato sódico, 0,058 al cloruro sódico y 0,041 al sulfato sódico. A un kilómetro al NE. de Ascara, en el Barranco de Esbatar, hay otro manantial de muy escaso caudal, inutilizado con frecuencia por las avenidas, y el cual se utiliza por las gentes del país para curar las enfermedades de la orina. En el Barranco de las Picadizas, á corta distancia al S. de Fiscal, hay otro que deja un sarro azufroso; otro hay á tres kilómetros al E. del anterior, en término de Ligüerre de Ara, y otro junto á Arro, en la Fueva. Aunque no se han hecho análisis de ellas, también deben ser sulfurosas las fuentes del *Boj*, al O. de Castilsabas, que es diurética; la de *Cardona*, de Fañanás, para dolencias del estómago; la de *Recualdo*, cerca de Naval, para humores herpéticos; la de *Baños*, junto al río Vero, y la de *San Cristóbal*, de Rodellar.

Con un caudal de 16 metros cúbicos por minuto, sobre la derecha

del río Ayuda, á 500 metros de Cucho, en el condado de Triviño (Burgos), brota un manantial de aguas sulfuroso-cálcicas, que al nacer son inodoras y cristalinas; pero que, expuestas al aire, á las veinticuatro horas toman un matiz amarillento que pasa á verdoso. Son untuosas, de olor y sabor hepáticos y depositan en las cañerías una substancia grasa, pastosa y amarilla. Su temperatura apenas llega á 15°, y en un litro contienen 76,6 centímetros cúbicos de ácido sulfhídrico, 51,7 de ácido carbónico y 0,1915 gramos de materias fijas, en las que entran sulfato de sosa por 0,0761, cloruro sódico por 0,0478, sulfato de magnesia 0,0207, carbonato de magnesia 0,0207, y el resto sílice y sulfato de potasa.

Dos fuentes de aguas sulfurosas frías hay en la provincia de Valladolid: una dentro del pueblo de Alcazarén, que sólo tiene 12° de temperatura, y otra la Fuensanta de Portillo, que es muy abundante y de excelentes efectos para las enfermedades calculosas. También son sulfurosas frías las del manantial, bastante escaso, que brota entre las margas yesosas miocenas de la Laguna de Contreras (Segovia).

Aparte de otros de otras clases, hay en Trillo (Guadalajara) tres manantiales de aguas sulfuradas cálcicas: los dos del *Hospital*, que con 27° de temperatura arrojan 55 litros, y el del *Director*, que sólo da cinco á 25°. Este último contiene por litro 1,055 centímetros cúbicos de nitrógeno, 0,65 de ácido carbónico, 0,021 de oxígeno, indicios de ácido sulfhídrico y 2,141 gramos de materias fijas, de las cuales corresponden 0,790 al sulfato ferroso, 0,724 al cloruro sódico, 0,525 al sulfuro cálcico, 0,168 al sulfato magnésico, 0,024 al carbonato cálcico y 0,009 al sulfato cálcico. En las fuentes del *Hospital* hay 2,416 gramos de materias fijas, entre estas 1,542 de sulfato cálcico, 0,464 del magnésico, 0,240 de carbonato cálcico y proporciones menores de los sódico, potásico, ferroso y magnésico, cloruros sódico, magnésico y amónico, sílice y alúmina.

Las aguas sulfurosas de Benimarfull (Alicante) brotan entre las margas muy piritosas del mioceno lacustre, y contienen por litro: cloruro magnésico, 0,94 gramos; sulfato sódico, 0,215; sulfato cálcico, 0,18; sílice, 0,15; nitrógeno, 0,012, y ácido sulfhídrico, 161

centímetros cúbicos. Su temperatura es de 17°, y es de buenos efectos para las enfermedades herpéticas y escrofulosas.

Dos manantiales sulfurado-cálcicos, de la variedad carbónica, brotan á cuatro quilómetros de Martos (Jaén) el llamado *Fuerte*, que con 15° sulfhidrométricos arroja cinco litros con 21°,5 de temperatura, y el *Flojo* que, con 16°,6 sulfhidrométricos y 20,5 de temperatura, es ocho veces más copioso. Ambos contienen ácidos carbónico y sulfhídrico libres, sulfuros, sulfatos y cloruros de cal, de magnesio, de sodio, de potasio y de aluminio, notable cantidad de azufre precipitado y abundante materia orgánica. Se aplican para combatir el escrofulismo, el herpetismo y la sífilis.

AGUAS CLORURADO-SÓDICAS. — A tres quilómetros de Fortuna (Murcia) se halla el copioso manantial minero-medicinal de su nombre, entre molasas, con granos y cantos menudos de caliza del mioceno marino, y cuyas aguas, con la temperatura de 48° en el punto de emergencia, contienen, por litro, 11,957 centímetros cúbicos de nitrógeno, 9,407 de ácido carbónico y 5,825 gramos de materias fijas, entre las cuales figura en primera línea el cloruro sódico con 2,57656. Contienen además 0,84464 de sulfato sódico, 0,125 de cloruro magnésico, 0,10545 de sulfato magnésico, 0,09201 de bicarbonato sódico, 0,0514 de sílice, 0,02016 de bicarbonato cálcico, 0,0096 de alúmina y señales de materias orgánicas nitrogenadas. Están muy acreditadas para enfermedades reumáticas y bronquiales.

A la variedad bicarbonatada de las clorurado-sódicas corresponden los Hervideros del Emperador, que brotan á seis quilómetros de Miguelturra y á cuatro de Ciudad Real, sobre la derecha del Guadiana. Son tres los manantiales que brotan á modo de hervideros, siendo el único aforado el llamado de las *Mujeres*, que rinde 50 litros, con 27°,7 de temperatura, y tiene, por litro, 11,867 gramos de materias fijas, de las cuales corresponden 1,852 al ácido carbónico libre, 0,025 al ácido sulfhídrico, 7,617 al cloruro sódico y 1,445 al carbonato cálcico. En segundo término contienen 0,551 de cloruro magnésico, 0,425 de cloruro cálcico, 0,212 de cloruro potásico, algunas centésimas de gramo de cloruro amónico, carbonato magné-

sico, óxido férrico, sulfato cálcico, ácido fosfórico, 0,004 de yoduro potásico é indicios de alúmina, litina, arsénico y materia orgánica. Son especiales para las neurosis y enfermedades propias de la mujer.

A las cloruradas sódicas pertenecen en su mayor parte los manantiales de Trillo (Guadalajara), entre ellas las tres que, con 28°,5 de temperatura, se llaman del *Rey*, la *Reina* y *Santa Teresa*, y son muy abundantes. Por litro contienen 1,028 centímetros cúbicos de nitrógeno, 0,561 de oxígeno, 0,560 de nitrógeno y 4,451 de materias fijas, de las cuales corresponden 5,651 al cloruro sódico, 0,294 al carbonato cálcico, 0,189 al ferroso, 0,169 al sulfato cálcico y 0,148 al magnésico. El de la *Condesa* brota con 28° de temperatura y tiene una composición casi idéntica, llegando á 4,976 gramos la cantidad de materias fijas, de las cuales corresponden 4,222 al cloruro sódico. Clorurado-sódicas, débilmente sulfurosas, son la fuente de la *Huerta*, que arroja 20 litros con 25°,5 de temperatura, y la de la *Princesa*, que da 45 á 29°, y que contiene en cada litro 4,020 centímetros cúbicos de nitrógeno, 0,570 de oxígeno, 0,260 de ácido carbónico y 4,61 gramos de materias fijas, de las cuales corresponden 5,39 al cloruro sódico, 2,26 al sulfato cálcico y 0,46 al carbonato cálcico. Se recomiendan estas aguas para la curación del reumatismo, escrofulismo y neurosis.

También deben ser de este grupo las aguas frías de la fuente de la *Virgen*, de Villanueva de los Escuderos (Cuenca), que con poco caudal brotan entre los maciños miocenos y producen buenos resultados en las enfermedades del estómago.

A 500 metros de La Malá ó La Malahá (Granada) brotan, entre otros manantiales, en el mioceno, en parte cubierto por el diluvial, los clorurado-sódicos de *Las Termas* y *Santiago*, especiales para las enfermedades de la piel y de la mujer. El primero, con un caudal de 714,55 litros á 52° de temperatura y una densidad de 1,00492, contiene, por litro, 41 centímetros cúbicos de ácido carbónico, 54,84 de nitrógeno, 7,16 de oxígeno y 2,60598 gramos de substancias fijas, de las cuales corresponden 1,98522 al cloruro sódico, 0,21075 al sulfato magnésico, 0,17516 al carbonato sódico, 0,0951 al cloru-

ro magnésico y proporciones menores de carbonatos magnésico, cálcico y ferroso, sulfato cálcico, alúmina, sílice, arsénico y materia orgánica. El manantial de *Santiago* tiene 52,47 centímetros cúbicos de nitrógeno, 59 de ácido carbónico, 8,55 de oxígeno y 5,244 gramos de materias fijas, en las cuales entran el cloruro sódico por 1,74002, el sulfato cálcico por 0,54876, el carbonato magnésico por 0,50452 y cantidades menores de carbonatos sódico, cálcico y ferroso, cloruro magnésico, sílice, alúmina y materia orgánica.

A siete quilómetros al S. de San Juan de Campos (Baleares) brotan tres manantiales clorurado-sódicos, de los cuales sólo uno se utiliza, y este, aunque en el pozo de emergencia brota con 40° de temperatura, debe tener mayor termalidad, por existir en aquel una filtración de agua fría, que debe rebajar, por lo menos, en 5° el calor y en 4 por 1000 la proporción del cloruro sódico. Su densidad llega á 1,178, y es especial para combatir el reumatismo, el escrofulismo, el herpetismo y la diátesis úrica.

Nueve fuentes de aguas minerales salinas frías enumera el señor Cortázar en su *Descripción física, geológica y agrológica de la provincia de Valladolid*, y son las siguientes: la *Foncalada*, á 100 metros de Bamba, que es purgante, transparente, sin olor y grata al paladar; la de la *Ictericia*, en término de Benafarces; la de Campillo, que produce muy buenos efectos en las enfermedades del estómago y de la vejiga; la de la *Salud* ó *Sayud*, en término de Castromonte, cuyas aguas aprovechan contra la ictericia y el mal de piedra; la del *Barco de San Llorente*, dentro del lugar de Castronuevo, para las afecciones del estómago; la purgante de Palazuelo de Bedija; la de *Tudos* ó *Estudos*, también purgante, en término de San Cebrián de Mazote; la diurética, de construcción romana, que hay á un quilómetro de Siete-Iglesias, y la de Villanueva de San Mancio, á la que se atribuyen virtudes medicinales para las afecciones del pecho. Mayor importancia que todos los anteriores han adquirido en estos últimos años los de Medina del Campo, que emergen á cuatro quilómetros de esta ciudad. El principal contiene, por litro, hasta 56 gramos de cloruro sódico, al que se agregan pequeñas proporciones de bromo y de yodo,

que le dan virtudes especiales para las enfermedades escrofulosas. Cerca del principal nace otro alcalino llamado *Anita*, cuyas aguas brotan con 12° de temperatura y contienen, por litro, 28,55 centímetros cúbicos de ácido carbónico, 19,86 de nitrógeno, 4,55 de oxígeno y 5,5516 gramos de materias fijas, en las cuales entran, en primer término, el cloruro sódico por 2,52, el sulfato sódico por 4,55 y el sulfato magnésico por 0,76; en segundo lugar el cloruro magnésico por 0,50, el sulfato cálcico por 0,22, el bicarbonato cálcico por 0,22, el bicarbonato magnésico por 0,21, y pequeñas proporciones de cloruros litico, amónico y cálcico, bromuro sódico, sulfato potásico, bicarbonatos ferroso y manganeso, silicatos sódico y aluminico, nitrato amónico, fosfato aluminico y materia orgánica. Son recomendadas principalmente para combatir el escrofulismo.

Entre los conglomerados miocenos, en contacto anormal con el cretáceo, brotan los tres manantiales de Jaraba (Zaragoza), llamados de la *Amistad*, de *San Vicente* y de la *Virgen*, este á 29° y los otros dos á 54, que se utilizan para la curación del reumatismo, de las enfermedades urinarias y de la mujer.

Existen también manantiales de agua salada en Campdevanol (Gerona), entre las casas Barricono y Hostal de Rama, del término de Ripoll, y otro en el torrente de las Feixas, á la izquierda del Ter, junto á San Juan de las Abadesas.

AGUAS CLORURADO-SÓDICAS SULFUROSAS.—A la cabeza de las aguas clorurado-sódicas sulfurosas, variedad yodurada, deben ponerse las de Archena (Murcia), muy acreditadas desde tiempo inmemorial para combatir la sífilis, el reumatismo, el herpetismo y otras dolencias. Emergen con una temperatura de 52°,5, y contienen, por litro, 67,77 centímetros cúbicos de ácido carbónico, 14,41 de nitrógeno, 5,59 de ácido sulfhídrico, 0,85 de oxígeno y 4,1176 de materias fijas, entre las cuales entran 2,5574 de cloruro sódico, 0,505 de sulfato cálcico, 0,2864 de carbonato cálcico, 0,244 de materia orgánica, y el resto de cloruros magnésico y cálcico, carbonatos magnésico, manganeso y ferroso, alúmina, potasa, litina, sílice, ácido fosfórico y 0,0022 de yoduro magnésico.

Clorurado-sódicas sulfurosas son también las aguas de *Fuente Amarga*, que brotan á 1500 metros de Chiclana (Cádiz), con un caudal de 48 litros, la temperatura de 18°,8 y la densidad de 1,004189, conteniendo, por litro, hasta 140,548 centímetros cúbicos de ácido sulfhídrico, 8,565 de nitrógeno, 0,895 de ácido carbónico y 6,7 gramos de materias fijas, en las cuales entra el cloruro sódico por 2,940955 y 2,01485 de sulfato sódico. Contienen además 0,554 de materia orgánica, 0,509169 de cloruro cálcico, 0,505657 de bicarbonato cálcico, 0,245121 de cloruro magnésico, 0,165827 de bicarbonato sódico, 0,144576 de bicarbonato magnésico, y menores proporciones de sulfuro sódico, ácido fosfórico, alúmina y sílice. Son útiles para las afecciones escrofulosas, herpéticas y sífilíticas.

A 10 kilómetros de Dalías (Almería) se hallan las fuentes de Guardia Vieja, que se reúnen en una balsa, con caudal inconstante por su relación con el mar. Su temperatura varía de 26 á 53°. Es de la variedad sulfurosa, así como la de Horcajo, sita á seis kilómetros al O. de Lucena (Córdoba), que es de poco caudal, á 19°, y se utiliza, como las anteriores, para el escrofulismo, el herpetismo y las neuropatías.

Los manantiales de la Tona (Barcelona), descubiertos por casualidad en 1874, son de los más notables clorurado-sódicos. Brotan en el eoceno, á 554 metros de altitud, en el extremo S. de la Plana de Vich, junto á la carretera de Barcelona, y se alumbran en dos pozos situados á uno y otro lado de la riera de su nombre, en las margas azules eocenas, con un caudal de nueve litros por minuto el de la margen derecha y de un litro por hora el de la izquierda, según el Sr. Thos <sup>(1)</sup>. Sus aguas, á 11° de temperatura, son cristalinas, de sabor salado y amargo, olor á huevos corrompidos, que aumenta á medida que las toca el aire. En un litro contienen 85,5 centímetros cúbicos de ácido carbónico, 18,5 de nitrógeno y 56,766 gramos de materias fijas, en las cuales entra, en primer término, el cloruro sódico por 32,72, y después, en segundo, el cloruro magnésico por

(1) *Rev. Min.*, año 1877.

1,755 y el cálcico por 1,522. En tercer lugar, siguen el bicarbonato de cal por 0,585, el sulfato de sosa por 0,245 y el sulfuro sódico por 0,097, completando dichas materias fijas el bicarbonato de magnesias, los silicato y yoduro sódicos, alúmina, óxido férrico y materias orgánicas. Según el Dr. Robert, las aguas de la Tona representan el último grado de la potencia estimulante de las medicinales, lo cual se explica por la enorme proporción del cloruro sódico que contienen, y son especiales para las enfermedades herpéticas, escrofulosas, catarrales y sífilíticas.

A dos y medio kilómetros de la misma población se alumbró en 1876 otro manantial de aguas cloruradas, llamado de *Segalés*, menos mineralizadas que las anteriores, pues en litro contienen 6,345 gramos de cloruro sódico y 0,014 de sulfuro sódico.

Otras fuentes clorurado-sódicas inexploradas existen en esta provincia, entre ellas las del torrente dels Arts, en los confines de la de Lérida, dentro de la cuenca lacustre de Calaf, y en el eoceno de Gurb, Santa Eulalia de Riuprimer, San Bartolomé del Grau, Santa María de Oló, Olost, río Surretx, riera Salada y en Brocá.

En el mioceno de Paracuellos de Jiloca (Zaragoza) hay dos manantiales de la variedad sulfurosa, que brotan con 15° de temperatura: el *Viejo*, que rinde 51 litros con 1,2 grados areométricos, y el *Nuevo*, que arroja 42 con 1,6 grados. Por litro contienen 14,2 centímetros cúbicos de nitrógeno, 6,2 de hidrógeno sulfurado, 4,8 de ácido carbónico, 0,8 de oxígeno, y hasta 14,595 gramos de principios fijos, en los cuales se comprenden 7,65 de cloruro sódico, 2,15 de sulfato cálcico, 1,905 de sulfato magnésico, 0,93 de cloruro magnésico, 0,884 de sulfato sódico, 0,41 de sulfuraria, 0,27 de cloruro cálcico, 0,25 de glerina, varias centésimas de gramo de sulfuro sódico, bicarbonato cálcico y sílice, y milésimas de bicarbonato magnésico, alúmina, óxido férrico y ácido fosfórico. Es muy notable la proporción que contiene de sulfuraria, compuesta de 54,5 de sulfato cálcico, 28,5 de azufre, 16 de sílice, 14,60 de algas microscópicas, 6,59 de cloruro sódico y 0,01 de óxido de hierro. Estas aguas son eficaces para las enfermedades escrofulosas y herpéticas.

Gran número de manantiales termales hay en la misma provincia, á tres kilómetros de Tiermas, acreditados desde muy antiguo para la curación del artrismo, sífilis y parálisis de carácter diatésico. Los utilizados son tres: el del *Establecimiento*, que es abundantísimo, á 40° de temperatura, y se aplica en baños; el del *Arzobispo*, de 26°, que da cinco litros, que se usa en bebida, y el del *Alambre*, de sólo 13°, que rinde un litro por término medio, pero que disminuye al finar el verano y hasta se extingue después de largas sequías. El captado de los tres se practicó sobre un suelo formado por escombros de antiguas construcciones del tiempo de los romanos, siendo hoy su caudal muy inferior, según se deduce de los acueductos que aún se conservan, aunque cegados en su trayecto. Entre los manantiales que no se explotan hay otros tres que merecen mención: uno que se reúne al del *Establecimiento*, de mucho caudal, de igual temperatura que éste y con mayor cantidad de azufre y materia orgánica; otro que, con 41° de temperatura, está próximo al del *Arzobispo*, y el del *Chorro*, que tiene 55° y está á 200 metros más al O.

Otro manantial de la variedad sulfuradas hay en el eoceno, á seis kilómetros al N. de Novelda (Alicante), y es el de las Salinetas, que brota á 20°, con un caudal de 7,22 litros, conteniendo en cada uno 51 centímetros cúbicos de hidrógeno sulfurado y 27,945 gramos de materias fijas, en las cuales entra el cloruro sódico hasta con 25,916, el sulfato cálcico con 1,052, el cloruro magnésico con 0,615, el carbonato cálcico con 0,198, el cloruro potásico con 0,027, é indicios de cloruro lítico y sulfuro sódico. Están acreditadas para la curación de las enfermedades herpéticas, escrofulosas y de la matriz. A corta distancia del anterior brota otro manantial, que no se utiliza, de la variedad ferruginosa.

AGUAS BICARBONATADAS SÓDICAS.—En el eoceno de Belascoain (Navarra), á 600 metros del pueblo, brotan dos manantiales de aguas bicarbonatadas sódicas con 26°,6 de temperatura: la de la *Fuente*, que da 20 litros, que se usa en bebida, y la de los *Baños*, de uso externo, que es abundantísima. En la misma provincia é igual terreno se halla la fuente de la *Asunción*, á 400 metros de Burlada, de 15 á

14° de temperatura, y que contiene, por litro, 15,527 centímetros cúbicos de nitrógeno, 12,879 de ácido carbónico, 1,812 de oxígeno y 1,7716 gramos de materias fijas, entre éstas el cloruro sódico por 0,657525, el sulfato sódico por 0,502792, el carbonato sódico por 0,5 y la materia orgánica por 0,546639, habiendo además centésimas de gramo de sulfatos magnésico y cálcico, milésimas de silicato sódico, carbonatos cálcico y ferroso, cloruro potásico, sulfato magnésico, nitrato amónico y yoduro sódico. Se utilizan para las enfermedades de los aparatos digestivo y génito-urinario.

Otro manantial de aguas bicarbonatado-salinas se encuentra en Castromonte (Valladolid), las cuales contienen principalmente bicarbonatos potásico y sódico, carbonato cálcico y pequeñas proporciones de sulfatos de esas tres bases. Tienen fama en la capital para la curación de las enfermedades de las vías urinarias.

AGUAS BICARBONATADAS CÁLCICAS.—Al NO. de Alhama de Granada, en el contacto del mioceno con el estrato-cristalino, brota la *Fuente Nueva* ó de la *Fe*, con la temperatura de 46° y muy útil para la curación del reumatismo. Contiene, por litro, 162 centímetros cúbicos de ácido carbónico libre, 20 de nitrógeno, 4,5 de oxígeno y 0,5247 de materias fijas, de las cuales corresponden 0,15007 al sulfato cálcico, 0,07111 al magnésico, 0,06679 al bicarbonato cálcico, 0,03985 al ferroso, 0,02171 al magnésico, 0,03442 al fosfato aluminico, 0,03184 al cálcico, 0,03907 al cloruro magnésico, 0,00697 al lítico, 0,010 á la sílice, y el resto á la materia orgánica con indicios de óxidos cobaltoso y manganeso.

En la misma provincia, entre los muchos y copiosos manantiales que manan en las márgenes del río Fardes, á 11 kilómetros de Alicún de Ortega, hay cinco que deben ser de aguas bicarbonatado-cálcicas, y son los siguientes: el del *Baño Nuevo*, que con 36° rinde 200 litros; el del *Baño Viejo*, que es idéntico; el de la *Higuera*, que produce 150 litros; el de la *Teja*, que arroja 30 litros á 34°, y el *Magnésiano*. Se utilizan para combatir el artritis, el herpetismo y las neuropatías.

De la caliza numulítica del valle de Rivas (Gerona) brota un ma-

nantial de agua mineral, que en un litro contiene 6,91 centímetros cúbicos de ácido carbónico, 6,21 de oxígeno y 12,43 de nitrógeno, teniendo además, como sustancias fijas, 0,275 de bicarbonato cálcico, 0,6368 de sulfato cálcico, 0,1728 de sulfato magnésico, 0,1087 de sulfato sódico, y pequeñas cantidades de cloruro y silicato sódico. Su temperatura varía, según las estaciones, entre 25 y 35°.

Aunque proceden primordialmente de las pizarras silurianas, brotan entre las calizas y margas eocenas las aguas carbónicas del arrabal de Pedret, situado al pie del Montjuich de la ciudad de Gerona. Son claras é inodoras, de sabor picante á causa del ácido que contienen, tan abundante, que se oye el chasquido de las burbujas y se apagan las luces que se bajan al fondo de los pozos de las casas donde manan.

En la margen izquierda del arroyo *Las Natas*, á 100 metros de Arro (Huesca), brota en el eoceno otro manantial de aguas bicarbonatadas, que con un caudal de 15 litros tienen 16° de temperatura y 1,0023 de densidad, conteniendo, en 100 litros, 32,15 gramos de nitrógeno, 13,58 de hidrógeno sulfurado, 5,80 de ácido carbónico, 3,33 de oxígeno y 1,43466 gramos de sustancias fijas, de las cuales corresponden 0,89924 al bicarbonato cálcico, 0,23477 al sulfato sódico, 0,0905 al bicarbonato magnésico, y el resto, por fracciones casi iguales, á los cloruro sódico, sulfato potásico, bicarbonato ferroso, sílice y ácido titánico, con indicios de glerina, litina y barita. Sirven para la curación del reumatismo, herpetismo y enfermedades de las vías respiratorias y urinarias.

A la variedad ferruginosa de las bicarbonatadas cálcicas corresponden las aguas de la fuente de la *Salud*, que brotan en el contacto del terreno cretáceo y el mioceno junto al lago del Monasterio de Piedra (Zaragoza), con las temperaturas variables de 12 á 15° y con un caudal de 18 litros. Por litro contienen 17,2 centímetros cúbicos de nitrógeno, 11,6 de ácido carbónico, 0,8 de oxígeno y 0,3447 de materias fijas, de las cuales corresponden 0,1486 al sulfato cálcico, 0,0452 al bicarbonato cálcico, 0,0481 al sulfato magnésico, 0,031 al cloruro sódico, completando el resto los bicarbonatos magnésico

y ferroso, el sulfato sódico, el fosfato cálcico, el silicato aluminico y la sílice, con indicios de nitratos. Para las enfermedades de las vías respiratorias, digestivas y génito-urinarias.

AGUAS BICARBONATADAS MIXTAS.—En este grupo se incluyen en el *Anuario oficial* los manantiales que, en el contacto del eoceno y el siluriano, brotan á la izquierda del río Fresser, junto á Bruguera, del valle de Rivas (Gerona). Entre ellos se explotan los de Montagut (*M*), Portabella (*P*) y el Rosario (*R*), que, con temperaturas que varían entre 18 y 27°, tienen las composiciones, por litro, que á continuación se expresan:

	M.	P.	R.
Acido carbónico libre.....	23,00 c. c.	20,00 c. c.	46,23 c. c.
Nitrógeno.....	19,05 »	24,28 »	9,80 »
Oxígeno.....	1,58 »	6,02 »	1,49 »
Bicarbonato sódico.....	0,106 gr.	0,038 gr.	»
— cálcico.....	0,259 »	0,223 »	0,1646 gr.
— magnésico.....	0,482 »	0,009 »	0,0347 »
— ferroso.....	indicios.	0,010 »	0,0606 »
Cloruro cálcico.....	0,020 »	0,009 »	0,0046 »
— magnésico.....	»	0,009 »	»
— sódico.....	»	»	0,0222 »
Sulfato cálcico.....	0,437 »	0,234 »	0,0450 »
— potásico.....	»	»	0,0054 »
— sódico.....	»	»	0,0234 »
— magnésico.....	»	»	0,0084 »
Silicato sódico.....	0,014 »	0,015 »	»
Sílice.....	»	»	0,0793 »
Alumina.....	indicios.	0,002 »	0,0175 »
Materia orgánica.....	»	indicios.	0,0400 »
<b>TOTALES.....</b>	<b>4.0 5</b>	<b>0.549</b>	<b>0,4334</b>

Contienen además indicios de nitrato potásico la primera y ácido fosfórico la tercera y son útiles para combatir las enfermedades de las vías digestivas y urinarias.

A la variedad silicatada de las aguas bicarbonatadas mixtas corresponde la fuente del Caño ó del Bosque, que brota en las vertientes del Tormes á dos kilómetros al NO. de Babilafuente (Salamanca), entre las areniscas amarillentas, micáferas, de grano fino, cuyo cau-

dal apenas pasa de un litro por minuto. Contiene, por litro, 0,203 gramos de materias fijas, de los cuales son de carbonato cálcico 0,095, de silicatos alcalinos 0,082, de materia orgánica 0,005, con indicios de magnesia, óxido férrico, alumina y cloro. Se utilizan con buen éxito para los males de la vejiga.

AGUAS SULFATADAS SÓDICAS.—A la cabeza de las sulfatadas sódicas deben figurar las de *La Margarita*, que brotan en el mioceno de Loeches (Madrid) y que son tan conocidas por sus efectos purgantes. Brotan con 12°,5 de temperatura, y reunidas en varios pozos arrojan un caudal de 5,72 litros, conteniendo cada uno 3,55 centímetros cúbicos de ácido carbónico, 9 de nitrógeno, 40,75 de oxígeno en su mayor parte mezclado y 111,217792 gramos de materias fijas, de las cuales corresponden hasta 80,268 al sulfato sódico, 25,5417 al magnésico, 5,253 al potásico y 1,582 al cálcico. Entran además en ellas 0,44 de cloruro sódico, 0,05 del magnésico, 0,022 de cada uno de los carbonatos cálcico, magnésico y sódico, y pequeñísimas fracciones de carbonatos ferroso y manganeso, sílice, silicato sódico, fosfato aluminico y materia orgánica.

Varias fuentes de aguas sulfato-sódicas nacen entre las gonfolitas, arcillas y maciños oligocenos ó del mioceno inferior de las inmediaciones de la laguna de Villafábila (Zamora), siendo la más caudalosa la que llaman *Bodonosa*, por hallarse en el pago de Los Bodontes, entre Villarrín de Campo y Otero de Sariegos; otra surge cerca de la anterior, en dirección á Otero; otra es la *Fuente Salinas*, en las cercanías de Villarrín. Sus aguas son diáfanos, incoloras, de sabor fresco algo picante, y en un litro contienen 1,80 gramos de nitrato potásico, 1,20 de sulfato sódico, 0,15 de cloruro sódico, 0,10 de cloruro cálcico, 0,50 de cloruro magnésico y una substancia grasa particular. Son notables por la extraordinaria cantidad de nitrato potásico que contienen, y por lo cual el vulgo las llama *salitrosas*, y sólo se emplean para preservar al ganado de ciertas enfermedades.

AGUAS SULFATADAS CÁLCICAS.—A este grupo deben corresponder las de los manantiales de Alhama de Murcia, el principal de los cuales



es el del *Carmen*, que arroja un caudal de 196 litros á la temperatura de 42°, y son excelentes para combatir el reumatismo articular y muscular. Hay además en la misma villa otros dos manantiales menos copiosos: el del *Baño*, que marca 59°, y el de agua fría, también sulfatada, de la *Atalaya*, que sólo tiene 19°.

A 700 metros del establecimiento de *La Margarita* de Loeches (Madrid), en la parte alta del pueblo, se halla el de *La Maravilla*, que con 10° de temperatura da 59 litros, conteniendo sus aguas 17,55 centímetros cúbicos de ácido carbónico, 14,84 de nitrógeno, 5,96 de oxígeno y 5,4888 gramos de sustancias fijas, correspondiendo 2,0268 al sulfato cálcico, 1,5696 al magnésico, 0,6974 al sódico, 0,0425 al potásico, 0,4894 al cloruro sódico, 0,5674 al nitrato potásico, 0,1857 al bicarbonato cálcico, 0,0227 al magnésico, 0,0569 á la sílice y 0,0504 á la alúmina con indicios de hierro.

A 200 metros de la villa de Quinto (Zaragoza), con temperatura variable de 17 á 20°, brotan las aguas sulfatadas de los *Baños alto* y *bajo*, distantes entre sí 50 metros y con escaso caudal, muy útiles para combatir el reumatismo, el escrofulismo y la sífilis. En un litro contienen 2,86 gramos de materias fijas, de las cuales 1,564 corresponden al sulfato cálcico, 0,15 al sódico, 0,15 al potásico, 0,65 al cloruro magnésico, 0,274 al sódico y pequeñas cantidades de aire atmosférico, ácido carbónico, carbonatos cálcico, magnésico y ferrroso.

En medio de colinas yesosas cubiertas por los maciños y gonfolitas miocenos, á la izquierda del río Tórtola, á seis kilómetros de Valdeganga (Cuenca), brotan las *Fuentes de la Salud*, de las cuales se utilizan la de los *Baños* ó *Balsa del Tío Pericón* y la de la *Hospedería* ó de *Abajo*, esta con un caudal de 315 litros por minuto y 25° de temperatura, y aquella con 60 litros y 25°. Distan entre sí unos 170 metros, y de la de *Abajo* al río Júcar sólo hay 12. Sus aguas son transparentes, incoloras é inodoras, de sabor algo magnésico y desprenden muchas burbujas de ácido carbónico, que salen con gran fuerza á la superficie, conteniendo las de la fuente de *Abajo* hasta 0,1558 gramos por litro, en el cual se encierran además 1,2407

gramos de materias fijas, así repartidas: sulfato cálcico, 0,6118; magnésico, 0,2466; carbonato cálcico, 0,2448; materia orgánica, 0,108, y el resto de sílice, cloruro sódico y silicato potásico. Las aguas de *Arriba* son de idéntica composición, sin más diferencia que sus materias fijas se reducen á 1,0126 gramos. Ambas son reconstituyentes y sedativas y se emplean con éxito en las enfermedades reumáticas y de la matriz.

Parecidas á las de Loeches, en la misma provincia, brota la fuente de la *Zorra*, de Tarancón, entre los yesos miocenos, teniendo sus aguas un sabor salado muy marcado.

Con la temperatura de 28° y el caudal de 418 litros brota la fuente de La Isabela, en término de Sacedón (Guadalajara), conocida con el nombre de *Thermidas* en tiempo de los romanos y el de *Salambir* en el de los árabes, recibiendo el moderno por haberla visitado Doña Isabel de Braganza, esposa de Fernando VII. Sus aguas son útiles para combatir el reumatismo y el escrofulismo, y contienen por litro 14,114 centímetros cúbicos de nitrógeno, 1,764 de oxígeno y 0,956 de materias fijas, en las cuales entran el sulfato cálcico por 0,187, el magnésico por 0,166, el sódico por 0,157, la materia orgánica por 0,15, el bicarbonato magnésico por 0,166, algunas centésimas de cloruros sódico y potásico, de bicarbonato cálcico y de sílice y milésimas de alúmina y óxido ferrico.

En la misma provincia, dos manantiales llamados de la *Piscina* hay en Trillo, de la variedad arsenical de las sulfatadas cálcicas. Arrojan 107 litros á 25°,5, y contienen, por litro, 1,154 centímetros cúbicos de nitrógeno, 0,625 de oxígeno, 0,164 de ácido sulfhídrico, 0,065 de ácido carbónico y 1,318 gramos de materias fijas, de las cuales corresponden 0,620 al sulfuro cálcico, 0,565 al sulfato magnésico, 0,540 al cálcico, 0,250 al carbonato cálcico y 0,245 al cloruro sódico. Estos dos manantiales, así como los restantes del mismo punto, son útiles para combatir el artritis, el herpetismo, el escrofulismo, las neuropatías, la pelagra, etc.

A la variedad clorurada y bicarbonatada de las sulfatadas mixtas corresponde el manantial de la *Salud*, la *Tinajilla* ó *Baño frío* de La

Malá (Granada), que con un caudal de 493 litros á la temperatura de 15°, contiene, por litro, 36,55 centímetros cúbicos de ácido carbónico, 11,39 de nitrógeno, 5,62 de oxígeno y 4,425 gramos de materias fijas, entre las cuales figuran el sulfato cálcico por 1,45695, el cloruro sódico por 0,77547, el carbonato cálcico por 0,74948, el carbonato magnésico por 0,59877, el sulfato magnésico por 0,47725, el carbonato sódico por 0,20076, y proporciones menores de cloruro magnésico, alúmina, sílice, carbonato de hierro y materia orgánica.

AGUAS FERRUGINOSAS.—A la izquierda del Llobregat, en el término de Campmany (Gerona), próximo á las sulfuroso-sódicas ya expresadas, brota el manantial ferruginoso de San Juan, de secundario interés; y en la misma provincia hay otros en Porqueras, cerca de Sarriá, junto al molino de Tireta, del término de San Julián de Ramis, y el llamado del Aram, en el manso Muntada, á un quilómetro de San Lorenzo de la Muga.

Entre las fuentes de aguas ferruginosas del terciario de Barcelona debemos citar especialmente la de *San Ignacio*, en el sitio llamado Condals, término de San Vicente de Castellet, á tres quilómetros al S. de Mauresa, que brota con 12° de temperatura; sus aguas son incoloras, de ligero olor sulfhídrico; un litro de ellas pesa 1004 gramos, y contiene 18 centímetros cúbicos de nitrógeno, 75 de ácido carbónico y 2,216 gramos de materias fijas, entre otras el bicarbonato de cal por 1,29, el cloruro sódico por 0,96 y el resto los bicarbonatos de hierro y de magnesia, sulfuro sódico, sulfatos y cloruros de cal, sosa y magnesia, yoduro y bromuro sódicos, silicato de sosa y alúmina.

Varios manantiales nacen en el término de Alcantud (Cuenca) que son más ó menos ferruginosos. A orillas del Guadiela, á cinco quilómetros al S. del pueblo, distantes entre sí 10 metros, con un caudal de 20 litros por segundo, hay dos de agua clara y transparente y de sabor agrio desagradable, con desprendimientos de burbujas gaseosas. Su temperatura es de 19°, y además del ácido carbónico, contienen carbonatos cálcico y magnésico, sulfatos cálcico, aluminico y férrico y ácido silícico. Se recomiendan contra el reuma y la parali-

sis. A tres quilómetros de los anteriores, junto al camino de Priego, se halla el del *Cofrade*, que brota en una charca de un metro de diámetro, entre las arcillas ferruginosas con guijos de cuarrita. El agua es de sabor astringente desagradable, su temperatura de 15° y su caudal de un litro por segundo. A la izquierda del citado Guadiela, enfrente del puente de Alcantud, brota el del *Martinete* entre los yesos miocenos, con 16° de temperatura y condiciones análogas á las del anterior.

Con un caudal variable, pero tan abundante que pasa de 260 litros, hay otro manantial de aguas ferruginosas bicarbonatadas en Siete Aguas (Valencia), recomendado para combatir el reumatismo y la cloro-anemia. Su temperatura es de 24°, y en cada litro se encierran 51,75 centímetros cúbicos de ácido carbónico, 17,85 de aire libre y 0,614 gramos de sustancias fijas, en las cuales entran el cloruro sódico por 0,504, el carbonato cálcico por 0,242, el magnésico por 0,057, el ferroso por 0,014, la sílice por 0,015 y el sulfuro sódico por 0,002.

Junto á los tres manantiales de aguas sulfatadas de Alhama de Murcia, anteriormente citados, hay otro ferruginoso, también termal, que es el de la *Poza*.

# ÍNDICE

## CAPÍTULO XI

### Sistema eoceno.

	Páginas.
ARTÍCULO PRIMERO.— <i>Generalidades</i> .....	1
Caracteres petrológicos.....	3
Caracteres paleontológicos.....	5
División en edades.....	8
ARTÍCULO II.— <i>Región cantabro-pirenaica</i> .....	12
Enumeración de las manchas.....	12
Datos locales: Oviedo.....	18
Santander.....	19
Alava.....	23
Navarra.....	27
Logroño.....	38
Soria.....	39
Zaragoza.....	46
Huesca.....	49
Lérida.....	86
Gerona.....	94
Barcelona.....	103
Tarragona.....	134
ARTÍCULO III.— <i>Regiones mediterránea y meridional</i> .....	139
Enumeración de las manchas.....	139
Datos locales: Baleares.....	144
Valencia.....	164
Alicante.....	166
Murcia y Albacete.....	174
Almería.....	176
Granada.....	179

	Páginas.
Jaén.....	183
Córdoba.....	185
Malaga.....	188
Sevilla.....	195
Cádiz.....	199

## CAPÍTULO XII

**Sistema oligoceno.**

Generalidades.....	209
Caracteres petrológicos.....	213
Caracteres paleontológicos.....	213
Caracteres estratigráficos.....	214
Enumeración de las manchas.....	214
Datos locales: Alava.....	215
Burgos.....	219
Soria.....	228
Zaragoza.....	233
Lérida y Tarragona.....	235
Barcelona.....	241
Gerona.....	249
Baleares.....	250
Audalucía.....	250

## CAPÍTULO XIII

**Sistema mioceno.**

ARTÍCULO PRIMERO.—Generalidades.....	253
Caracteres petrológicos.....	258
Caracteres paleontológicos.....	263
Caracteres estratigráficos.....	264
Extensión.....	264
División en edades ó tramos.....	265
ARTÍCULO II.—Cuencas del Duero y del Ebro.....	267
Enumeración de las manchas.....	268

	Páginas.
Datos locales: Oviedo.....	279
León.....	280
Zamora.....	280
Salamanca.....	301
Segovia.....	312
Valladolid.....	316
Palencia.....	324
Burgos.....	326
Soria.....	329
Logroño.....	345
Alava.....	354
Navarra.....	355
Zaragoza.....	357
Huesca.....	370
Lérida.....	377
Barcelona.....	379
Tarragona.....	379
Teruel.....	388
Valencia.....	407
ARTÍCULO III.—Cuencas del Tajo y del Guadiana.....	408
Enumeración de las manchas.....	410
Datos locales: Toledo.....	414
Madrid.....	415
Guadalajara.....	427
Cuenca.....	434
Albacete.....	443
Ciudad Real.....	443
Badajoz.....	447
ARTÍCULO IV.—Región mediterránea.....	448
Enumeración de las manchas.....	448
Datos locales: Gerona.....	453
Barcelona.....	456
Tarragona.....	486
Castellón.....	502
Baleares.....	503
Valencia.....	524
Alicante.....	530
Murcia.....	539

	Páginas
ARTÍCULO V.— <i>Región meridional</i> .....	549
Enumeración de las manchas.....	549
Datos locales: Almería.....	550
Granada.....	560
Jaén.....	587
Córdoba.....	600
Málaga.....	606
Sevilla.....	610
Cádiz.....	644
Huelva.....	645

## CAPÍTULO XIV

<b>Minerales de los sistemas eoceno, oligoceno y mioceno. . .</b>	<b>618</b>
Minerales cuarzosos.....	618
Criaderos de azufre.....	623
Sal común y manantiales salados.....	627
Sulfatos de sosa.....	635
Yeso.....	641
Lignito.....	646
Asfalto.....	654
Otros minerales.....	656
Aguas minero-medicinales.....	662