

ESTUDIOS
RELATIVOS AL
TERREMOTO OCURRIDO EN ANDALUCÍA
EL 25 DE DICIEMBRE DE 1884
Y A LA
CONSTITUCIÓN GEOLÓGICA DEL SUELO
CONMOVIDO POR LAS SACUDIDAS
EFECTUADOS POR
LA COMISIÓN DESTINADA AL OBJETO
POR
LA ACADEMIA DE CIENCIAS DE PARÍS ¹⁾

MADRID
IMPRESA Y FUNDICIÓN DE MANUEL TELLO
IMPRESOR DE CÁMARA DE S. M.
Don Evaristo, 8
1892

LIBRERIA JIMENEZ

Mayor, 66

Plaza de la Villa, 1

MADRID

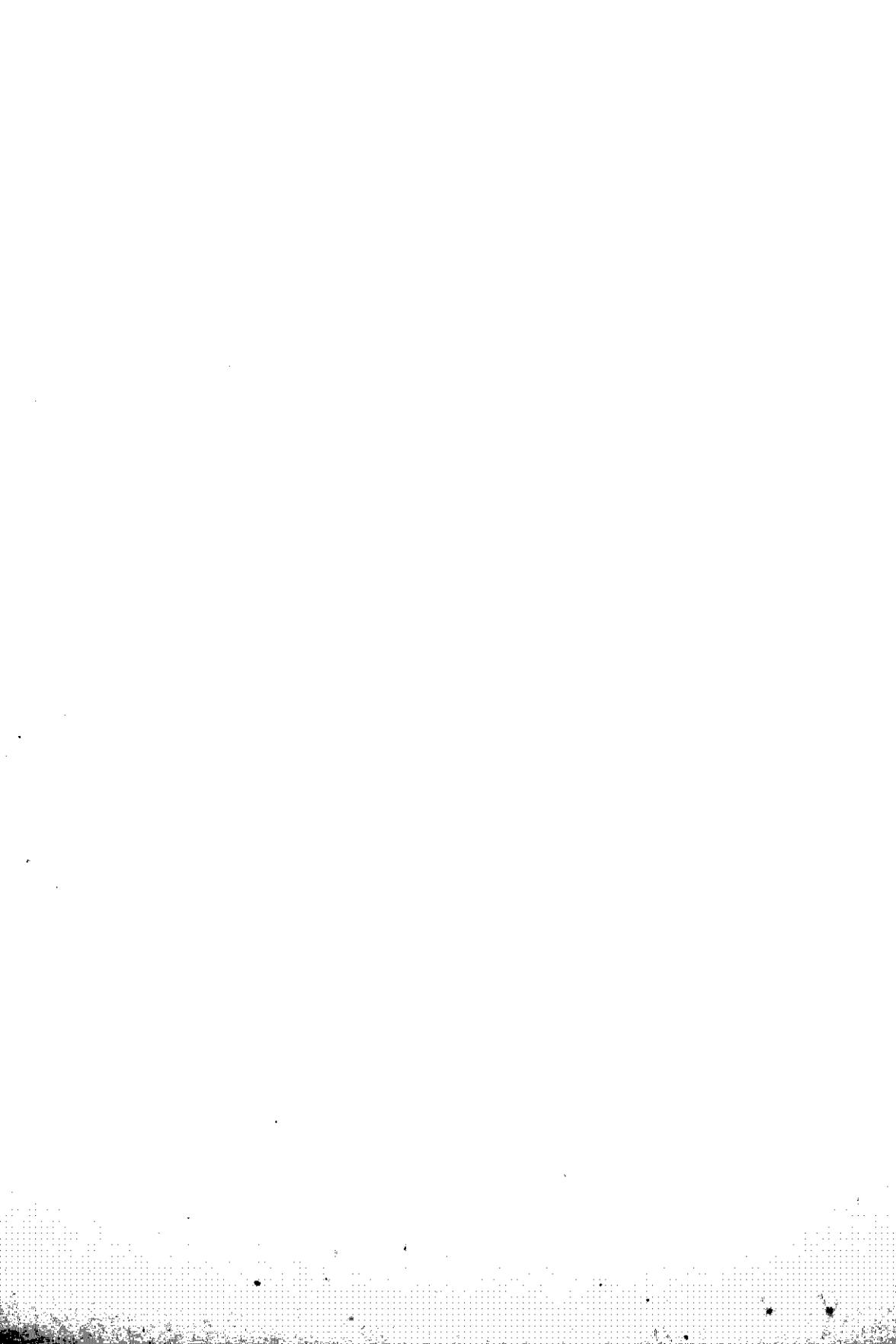
R. 14 392

ESTUDIOS
RELATIVOS AL
TERREMOTO OCURRIDO EN ANDALUCÍA
EL 25 DE DICIEMBRE DE 1884
Y A LA
CONSTITUCIÓN GEOLÓGICA DEL SUELO
CONMOVIDO POR LAS SACUDIDAS
EFECTUADOS POR
LA COMISIÓN DESTINADA AL OBJETO
POR
LA ACADEMIA DE CIENCIAS DE PARÍS ⁽¹⁾

(Del tomo XXX de las Memorias presentadas á la Academia mencionada)



(1) Véase el tomo XVII de este BOLETÍN, pag. 244.



ESTUDIO
DE LOS
TERRENOS SECUNDARIOS Y TERCIARIOS
DE LAS PROVINCIAS DE

GRANADA Y MALAGA,

POD

M. BERTRAND,

INGENIERO DE MINAS,

Y

M. KILIAN,

JEFE DE LOS TRABAJOS PRÁCTICOS EN EL LABORATORIO DE GEOLOGÍA
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE PARÍS.

INTRODUCCIÓN.

El objeto de esta Memoria es dar conocimiento de las observaciones geológicas que durante los meses de Febrero, Marzo y Abril de 1885 hemos hecho en la zona de cadenas secundarias y terciarias que, en longitud de 100 kilómetros próximamente, corren á lo largo del límite de la cordillera Bética entre Granada y el ferrocarril de Málaga. De nuestras investigaciones no resaltan, como se esperaba, relaciones íntimas entre los movimientos antiguos acaecidos en esta región y los recientes fenómenos sísmicos; y así es que nuestra aspiración se reduce á conseguir algunos datos nuevos referentes á la geología de esa parte del suelo andaluz.

Hemos tomado por punto de partida los excelentes estudios publicados por la Comisión del Mapa geológico de España, los cuales van apareciendo, con el modesto título de *bosquejos*, á medida que se exploran las diferentes provincias, y cuya reunión formará bien pronto un mapa completo, que constituirá el marco en que haya de en-

cerrarse el de detalle, para el cual faltaba hasta ahora la necesaria base topográfica (1). En Andalucía hemos podido comprobar el valor y exactitud de esos primeros trabajos, que nos han ayudado á coordinar nuestras propias observaciones y á darnos cuenta del conjunto de la estructura del país.

El plano á que nos referimos en este escrito es en gran parte fruto de nuestras investigaciones personales; pero también en muchos puntos lo hemos completado con arreglo á los inéditos de las provincias de Málaga y Granada, en escala de 1 : 400000, que el señor Gonzalo y Tarín ha dibujado después de la publicación de las reseñas correspondientes á esas provincias (2), y que el Sr. Fernández de Castro, Director de la Comisión ya citada, puso á disposición de la francesa con una benevolencia y liberalidad que nunca agradeceremos bastante. El nuestro difiere sobre todo por la mayor extensión que damos al cretáceo, por la separación del liás y del jurásico, y por las subdivisiones que introducimos en la cuenca terciaria de Granada; modificaciones que nos han parecido de suficiente importancia para darle nuestro nombre, aceptando la responsabilidad de su trazado, sin perjuicio de señalar lo que hemos tomado de otros.

Para la topografía de nuestro mapa nos han servido las copias en escala de 1 : 200000 de los inéditos de las dos provincias repetidas, que nos suministró el general Ibáñez, á cuya galantería quedamos reconocidos.

Los fósiles se han determinado por el Sr. Kilian en el laboratorio de la Sorbonne, dirigido por M. Hébert, aconsejado repetidas veces en ese trabajo por la larga experiencia de M. Munier-Chalmas.

Debemos, por último, agregar que somos deudores de noticias muy interesantes al Sr. Calderón, profesor de la Universidad de Sevilla, y á nuestro malogrado colega M. Fontannes, y que, gracias á M. Douvillé, profesor de la Escuela de Minas de París, hemos podido consultar la colección de Verneuil, cuyos numerosos materiales han completado los que recogimos en nuestras excursiones.

(1) El magnífico mapa topográfico de España en escala de 1 : 50000, comenzado bajo la dirección del general Ibáñez, no comprende todavía más que una parte de las provincias centrales.

(2) *Boletín de la Comisión del Mapa geológico*, tomos IV y VIII.

He aquí ahora una lista de las principales publicaciones relativas á la región cuya estructura vamos á bosquejar (levante de la provincia de Málaga y poniente de la de Granada):

Índice bibliográfico.

1823. — Bory de Saint-Vincent. *Guide du voyageur en Espagne*; Paris, 1823.
1827. — Bory de Saint-Vincent. *Gemable des iberischen Halbinsel*; Heidelberg, 1827.
1827. — E. Cook. *Description of part of the Kingdoms of Valencia, Murcia and Granada, in the south of Spain*. (*Geol. Soc. of London; Procecl.* I, págs. 338, 493.)
- 1830, 1831. — Silvertop. *On the Eucustine Basins of Baza and Alhama in the province of Granada*. (*Procecl. of the Geol. Soc.*; London, 1833, pag. 216. — *Idem*, 1834.)
1832. — Hausmann. *De Hispaniæ constitutione geognostica*; Göttingen, 1832. (*Comment. Soc. reg. scient.*, tomo VII.)
1834. — Cook. *Sketches in Spain*; Paris, 2 vols. en 8.º
1834. — Ami Bone. *Résumé des progrès des sciences géologiques pendant l'année 1833*. (*Bull. Soc. géol. de France*, 1.º, serie, tomo V, pag. 332.)
1835. — Traill. *Mémoire sur l'Andalousie*. (*Étamb. New Phil. Jour.*, Oct. 1835, *British Association, Rep.* 1835, pag. 61.)
1836. — Silvertop. *A geological sketch of the tertiary formation in the provinces of Granada and Murcia, Spain*; London, 1836, con laminas.
1837. — Traill. *Notices of the geology of Spain*. (*Rep. 7th Meet. British Association at Liverpool*, pag. 70.)
- 1838, 1844. — Hausmann. *Ueber das Gebirgssystem der Sierra Nevada*. (*Abh. d. k. Ges. d. Wiss. zu Göttingen*, 1838-1844.)
1841. — D. Ramón Pellico y D. Amalio Maestre. — *Memoria sobre la geología de la parte oriental de la provincia de Almería*. (*Anales de Minas*, tomo II, página 116.)
1842. — Hausmann. *Ueber das Gebirgssystem der Sierra Nevada und das Gebirge um Jaen*; Göttingen, 1842.
1845. — Naranjo y Garza. *Observaciones sobre el litoral del sur de España*.
1845. — Smith. *Notice on the tertiary deposits, in the South of Spain*. (*Quart. Jour.*, vol. I, pag. 235, 1845.)
1845. — Amar de la Torre. *Apuntes geognósticos y mineros relativos á una parte de las provincias de Granada y Almería*. (*Boletín oficial de Minas*.)
1846. — D. Amalio Maestre. *Ojeada geognóstica sobre el litoral del Mediterraneo*. (*An. de Minas*, tomo IV, pag. 145, 1846.)
1847. — A. Perrey. *Sur les tremblements de terre de la péninsule ibérique*. (*Ann. sc. phis. et nat. de Lyon*, 1847.)

- 1847, 1860. — D'Archiac. *Histoire des progrès de la géologie*, tomos II, III y VIII.
1848. — Pernolet, *Bergwerk district Südspaniens*. (*Neues Jahrbuch für Min.*, 1848, pag. 359.)
1848. — D. Antonio Alvarez de Linera. *Reseña geognóstica y minera de la provincia de Málaga*. — *Descripción y explicación de los hundideros acaecidos en término de Villanueva del Rosario, provincia de Málaga*.
1849. — Schimper. *Vergl. géologie u. botanique au sud de l'Espagne*. (*L'Institut*, 1849.)
1850. — De Collignon. *Notes d'un voyage en Espagne*. (*Bull. Soc. géol. France*, 2.^a serie, tomo VII, 1850, pag. 344.)
1850. — W. L. H. *On the tertiary formations of Spain, extracted from the Annals de Minas*. (*Quarterly Journal of the Geol. Soc. of London*, 1850, tomo VI, *Translations*, pag. 1.)
1850. — Ezquerria del Bayo. *On the geology of Spain*. (*Quart. Jour.*, vol. VI, pag. 406.)
1850. — Ezquerria del Bayo. *Geognostische Uebersichtskarte von Spanien erläutert von G. Leobardt*. (*Neues Jahrb. für Min.*, 1850, pag. 33.)
1851. — D. Pablo Prolongo. *Geología de Málaga*. (*Topogr. métr.* del Dr. Martinecz, 1851.)
1851. — Alvarez de Linera. *Geología de Málaga*. (*Revista Minera*, tomo II, páginas 161 y 193.)
1852. — Alvarez de Linera. *Resumen de la minería en la provincia de Málaga*. (*Revista Minera*, tomo IV.)
1853. — De Verneuil. *Notice sur la structure géologique de l'Espagne*. (Cien, 1853. [*Annuaire de l'Institut des provinces*].)
1853. — De Verneuil et Collomb. *Coup d'œil sur la constitution géologique de plusieurs provinces de l'Espagne*. (*Bull. Soc. géol. de France*, 2.^a serie, tomo X.)
1854. — Scharenberg. *Bemerkungen über die geognostischen Verhältnisse der Südküste von Andalusien*. (*Zeitschrift d. deutschen geol. Gesellschaft*, 1854, pag. 598.)
1855. — De Verneuil, Collomb et de Lorière. *Notes sur les progrès de la géologie en Espagne pendant l'année 1854*. (Cien, 1855.)
1857. — De Verneuil et Collomb. *Géologie du sud-est de l'Espagne*. (*Bull. Soc. géol.*, 2.^a serie, tomo XIII.)
1859. — *Anuario estadístico de España*. *Reseñas geogr., geol. y agric.*, por Don Francisco Coello, D. Francisco Luxan y D. Agustín Pascual.)
1859. — D. A. Ramirez Arana. *Manual descriptivo y estadístico de España*.
1859. — Ansted. *On the geology of Malaga and the southern part of Andalusia*, con mapa geológico. (*Quart. Jour.*, 1859, pag. 583.)
1861. — D. Juan Bautista Carrasco. *Geografía general de España*.
1862. — Traill. *Description of the sulphur mine near Conil, preceded by a notice of the geological textures of the southern portion of Andalusia*. (*Edinburgh Royal Society. Proceedings*, tomo IV, págs. 78 y 80.)
1862. — D. Casiano de Prado. *Bosquejo general geológico de España*.
1863. — D. Casiano de Prado. *Los terremotos de la provincia de Almería*. (*Revista Minera*, tomos XIV y XV, 1863-1864.)

- 1863.—De Verneuil. *Notice on the geological structure of Spain, tho explain an outline general map of the Peninsula.*
- 1865.—D. José González Lasala. *Sobre el estado de la minería en el distrito de Granada y Málaga.* (Revista Minera.)
- 1868.—Guzozar. *Antigüedad prehistóricas de Andalucía;* Madrid, 1868.
- 1869.—De Verneuil et Collomb. *Explication sommaire de la carte géologique de l'Espagne;* Paris.
- 1871.—D. Domingo de Orueta U. *On some points of the geology of the neighbourhood of Malaga.* (Quart. Jour., vol. XXVII, num. 106, Mayo de 1871.)
- 1873.—De Orueta. *Los barros de Los Tejres.* (Actas de la Sociedad malagueña de Ciencias físicas y naturales; Málaga, 1871.)
- 1873, 1887.—D. Lucas Mallada. *Sinopsis de las especies fósiles que se han encontrado en España.* (Boletín de la Comisión del Mapa geológico de España.)
- 1873.—Mac Pherson. *Descripción de la zona de La Major.*
- 1876.—D. J. Arexalo y Biza. *Datos geológicos y físicos del valle de Lanjarón, provincia de Granada.* (Bol. de la Comisión del Mapa geol.)
- 1877.—De Orueta. *Bosquejo físico-geológico de la región septentrional de la provincia de Málaga,* con un mapa. (Boletín de la Comisión del Mapa geológico, t. IV.)
- 1877.—Calderón y Arana. *Enumeración de los vertebrados fósiles de España.* (Anal. Soc. esp. de Hist. nat., 1876.)
- 1878.—Ramsay and Gaskie. *On the geology of Gibraltar.* (Quart. Jour. Geol. Soc. of London, 1878, pag. 305.)
- 1879.—Mac Pherson. *Breve noticia acerca de la especial estructura de la Península Ibérica.* (Anal. Soc. esp. de Hist. nat., tomo VIII.)
- 1879.—R. Drasche. *Geologische Skizze des Hochgebirges der Sierra Nevada in Spanien,* con un mapa geológico. (Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt; Viena, 1879, num. 1.)
- 1880.—Vilanova. *Sur la téraclite. Ressemblance entre la Sierra Nevada d'Espagne et la Sierra Nevada de l'Amérique du Nord.* (Bull. Soc. géol. de France, 3.^ª serie, vol. VIII, pag. 390.)
- 1880.—Mallada. *Reconocimiento geológico de la provincia de Córdoba.* (Bol. de la Com. del Mapa geol., tomo VII.)
- 1881.—Gonzalo y Tatin. *Reseña física y geológica de la provincia de Granada,* con un mapa. (Bol. de la Com. del Mapa geol., tomo VIII.)
- 1881.—Mallada. *Reconocimiento geológico de la provincia de Jaén,* con un mapa. (Bol. de la Com. del Mapa geol., tomo XI.)
- 1881.—Mallada. *Sinopsis de las especies fósiles que se han encontrado en España. Sistema jurásico.* (Bol. Com. del Mapa geol., tomo XI.)
- 1883.—Hebert. *Sur les tremblements de terre du midi de l'Espagne.* (Compt. rendus Ac. des sc., 5 de Enero de 1883.)
- 1885.—Chapel. *Note sur les phénomènes météorologiques qui ont coïncidé avec les récents tremblements de terre d'Espagne.* (Compt. rend. Ac. des sc., tomo C, pag. 34.)

(1). En el texto inglés se dice equivocadamente Orueba.

- 1885.—D. Rafael García Alvarez. *Los terremotos de las provincias de Granada y Málaga*. (Porvenir de Granada, 25 de Enero de 1885.)
- 1885.—*Crónica de los terremotos de Andalucía*. (Número extraordinario de la *Crónica comercial de Barcelona*; Febrero 1885.)
- 1885.—Mac Pherson. *Sur les tremblements de terre de l'Andalousie*. (*Compt. rend. Acad. des sc.*, tomo C, pág. 136.)
- 1885.—De Botella. *Observations sur les tremblements de terre de l'Andalousie*. (*Compt. rend. Acad. des sc.*, tomo C, pág. 196.)
- 1885.—Galla. *I terremoti di Spagna*. (*Nuova Antologia*, 15 Febrero 1885.)
- 1885.—Nogués. *Phénomènes géologiques produits par les tremblements de terre de l'Andalousie, du 25 Décembre 1884 au 16 Janvier 1885*. (*Compt. rend. Acad. des sc.*, tomo C, pág. 253.)
- 1885.—Mac Pherson. *Tremblements de terre en Espagne*. (*Compt. rend. Acad. des sc.*, tomo C, pág. 397.)
- 1885.—Deligny. *Note sur une cause probable des tremblements de terre du midi de l'Espagne*. (*Compt. rend. Acad. des sc.*, tomo C, pag. 399.)
- 1885.—Germain. *Sur quelques-unes des particularités observées dans les récents tremblements de terre de l'Espagne*. (*Compt. rend. Acad. des sc.*, tomo C, páginas 598 y 601.)
- 1885.—Fouque. *Premières explorations de la Mission chargée de l'étude des récents tremblements de terre de l'Espagne*. (*Compt. rend. Acad. des sc.*, tomo C, pag. 598.)
- 1885.—*Terremotos de Andalucía*. Informe de la Comisión nombrada para su estudio, dando cuenta del estado de los trabajos en 7 de Marzo de 1885. (*Gaceta de Madrid* del mes de Marzo y *Boletín de la Comisión del Mapa geológico*, tomo XII.)
- 1885.—Fouque, Michel Lévy, Bergeron, M. Bertrand, Kilian, Barrois et Offret. *Rapports de la Mission chargée de l'étude des tremblements de terre de l'Andalousie*. (*Compt. rend. Acad. des sc.*, 20 de Abril de 1885; traducido al castellano en el *Boletín de la Comisión del Mapa*, tomo XII.)
- 1885.—D. Federico de Botella y de Hornos. *Los terremotos de Málaga y Granada*. (*Bol. de la Soc. geogr. de Madrid*, tomo XVIII.)
- 1885.—Mercalli. *I grandi terremoti Iberici*. (*Basagna nazionale*, Abril 1885.)
- 1885.—M. Bertrand. *Note sur l'Andalousie*. (*Bull. Soc. géol. de France*, 3.^a serie, tomo XIII, pag. 174.)
- 1885.—Guillermo Tarayre. *Sur la constitution minéralogique de la Sierra Nevada de Grenade*. (*Compt. rend. Acad. des sc.*, Mayo de 1885; traducido al castellano en el tomo XII del *Boletín de la Comisión del Mapa geológico*.)
- 1885.—Mac Pherson. *Symétrie de situation des lambeaux archéens des deux versants du Guadalquivir; rapports avec les principales dislocations qui ont donné à l'Espagne son relief actuel*. (*Compt. rend. Acad. des sc.*, 15 de Junio de 1885.)
- 1885.—W. Kilian. *Sur la position de quelques roches ophitiques dans le nord de la province de Grenade*. (*Compt. rend. Acad. des sc.*, 20 de Junio de 1885; traducido al castellano en el tomo XII del *Bol. de la Com. del Mapa geol.*)
- 1885.—Martínez y Aguirre. *Los temblores de tierra. Estudios de estos fenó-*

- menos en las provincias de Málaga y Granada durante los siete últimos días del año 1884 y Enero de 1885; Málaga, 1885.
- 1885.—D. Cesáreo Martínez. *Los temblores de tierra*; Málaga, 1885.
- 1885.—Rossi. *Gli odierni terremoti in Spagna ed il loro eco in Italia*. (*Bul. del vulcanismo Ital.*; Roma, 1885.)
- 1885.—A. von Lasaulx. *Die Erdbeben von Andalusien*. (Humboldt, Junio de 1885; Stuttgart, Euke.)
- 1885.—De Orueta. *Informe sobre los terremotos ocurridos en el sur de España en Diciembre de 1884 y Enero de 1885*; Málaga.
- 1885.—Mac Pherson. *Los terremotos de Andalucía*. (Conferencia leída en el Ateneo de Madrid.)
- 1885.—Mercalli e Taramelli. *Relazione sulle osservazioni fatte durante un viaggio nelle regioni della Spagna culpite dagli ultimi terremoti. Nota preliminare*. (*Rendic. R. Acc. dei Lincei*, Junio 1885.)
- 1885.—M. Bertrand et W. Kilian. *Le bassin tertiaire de Grenade*. (*Compt. rend. Acad. des sc.*, 20 de Julio de 1885; traducido al castellano en el tomo XII del *Bol. de la Com. del Mapa geol.*)
- 1885.—D. Salvador Calderón y Arana. *Teorías propuestas para explicar los terremotos de Andalucía*. (*Anal. Soc. esp. de Hist. nat.*, tomo XIV.)
- 1885.—Calderón y Arana. *Essays urogénico sobre la Meseta central de España*. (*Anal. Soc. esp. de Hist. nat.*, tomo XIV.)
- 1885.—Ch. Barrois. *Sur les derniers tremblements de terre de l'Andalousie*. (*Ann. Soc. géol. du Nord*, tomo XII.)
- 1886.—M. Bertrand et W. Kilian. *Sur les terrains jurassique et créacé des provinces de Grenade et de Malaga*. (*Compt. rend. Acad. des sc.*, 18 de Enero de 1886; traducido al castellano en el tomo XIII del *Bol. de la Com. del Mapa geol.*)
- 1886.—Mac Pherson. *Relación entre la forma de las costas de la Península ibérica, sus principales líneas de fractura y el fondo de sus mesetas*. (*Anal. Soc. esp. de Hist. nat.*, tomo XV, pag. 455.)
- 1886.—Fouqué. *Les tremblements de terre d'Andalousie. Conférence faite a la Sorbonne*. (*Bull. Ass. scient.*, 2.ª serie, tomo XII, pag. 374. y *Revue scient.*, 3.ª serie, año 6.º, primer semestre, pag. 257.)
- 1886.—A. Michel Levy et J. Bergeron. *Sur les roches cristalophylliennes de l'Andalousie occidentale*. (*Compt. rend. Acad. des sc.*, 15 y 22 de Marzo de 1886; traducido al castellano en el tomo XIII del *Bol. de la Com. del Mapa geol.*)
- 1886.—O. Fraas und E. Fraas. *Aus dem Südem. Reisebriefe aus Südf Frankreich und Spanien*; Stuttgart (E. Koch), 1886.
- 1886.—De Botella y de Hornos. *Apuntes paleográficos. España y sus antiguos mares. Conclusión*. (*Bol. Soc. geogr. de Madrid*, tomo XXI, págs. 37, 113.)
- 1886.—Taramelli e Mercalli. *I terremoti Andalusí cominciati il 25 dicembre 1884*. (*R. Accad. dei Lincei*, 1886; Roma, 409 págs. y 4 láminas.)
- 1886.—Manby. *The Granada earthquake of 25 december 1884*. (*Proc. civ. Engineers*, tomo LXXXV, pag. 275.)
- 1886.—Calderón y Arana. *Artículo «Espagne» en el Annuaire géolog. univ. du docteur Dagincourt*; Paris, 1886, tomo II, parte 2.ª, pag. 453.

- 1836.—Barrois et Offret, *Sur la constitution géologique de la chaîne bétique.* (*Compt. rend. Acad. des sc.*, 7 de Junio y 42 y 49 de Julio de 1836; traducido al castellano en el tomo XIII del *Bol. de la Com. del Mapa geol.*)
- 1836.—Barrois et Offret, *Sur la disposition des brèches calcaires des Alpujarras et leur ressemblance avec les brèches houillères du nord de la France.* (*Compt. rend. Acad. des sc.*, 9 de Agosto de 1836; traducido al castellano en el tomo XIII del *Bol. de la Com. del Mapa geol.*)
- 1836.—Noguès, *Nouveaux tremblements de terre en Andalousie.* (*Nature*, año 14.º, págs. 143, 144.)
- 1836.—Paul Choifaf, Artículo «*Espagne*», en la *Revue de géologie de L. Carez.* (*Annuaire géol. du Dr. Dayincourt*, tomo III, pag. 565.)

Mapas geológicos.

- 1850.—Rod. Murchison, *Mapa geológico manuscrito de España coloreado el 25 de Julio de 1850 sobre el mapa de L. Vivien.* (Depositado en la Biblioteca del laboratorio de la Sorbonne con la inscripción manuscrita: «Rod. Murchison: coloured at Pont-Saint-Maxence with de Verneuil, 25 July 1850. De Verneuil just returned from Spain.»)
- 1850.—Ezquerria del Bayo, *Geognostische Uebersichtskarte von Spanien.* (*Neues Jahrbuch für Min. von Leonhardt*, 1850.)
- 1856.—Austed, *Geological map of the neighbourhood of Malaga.* (*Quar. Journ.*, 1856.)
- 1863.—D. Amalio Maestre, *Bosquejo general geológico de España formado con los documentos existentes hasta fin de 1863.* Escala de 4 : 1500000.
- 1864.—De Verneuil et Collomb, *Carte géologique de l'Espagne et du Portugal.* Escala de 4 : 2000000.
- 1868.—De Verneuil et Collomb, *Ibid.*, 2.ª edición rectificada, en lo que concierne á Andalucía, con arreglo á las observaciones de E. Favre.
- 1877.—D. Domingo de Orueta, *Bosquejo geológico de la región septentrional de la provincia de Málaga.* Escala de 4 : 500000. (*Bol. de la Com. del Mapa geológico*, tomo IV.)
- 1878.—R. Drasche, *Geologische Kartenskizze des Hochgebirgsthelles der Sierra Nevada und seiner Umgebung.* Escala de 4 : 392727. (*Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt.*)
- 1879.—D. Federico de Botella y de Hornos, *Mapa geológico de España y Portugal;* Madrid. Escala de 4 : 2000000.
- 1881.—Gonzalo y Tarín, *Mapa geológico en la reseña de la provincia de Granada.* (*Bol. de la Com. del Mapa geol.*, tomo VIII.)
- 1884.—Mallada, *Mapa geológico en bosquejo de la provincia de Jaén.* (*Bol. de la Com. del Mapa geol.*, tomo XI.)
- 1885.—D. Federico de Botella y de Hornos, *Mapa geológico é hipsométrico en bosquejo de la región influida por el terremoto del 23 de Diciembre de 1884;* Madrid. Escala de 4 : 400000.
- 1886.—Taramelli e Mercalli, *Mapa de la región conmovida por los temblores*

de tierra de 1884 y 1885 en I terremoti Andalusì, (R. Accad. dei Lincei; Roma, 1886.)

Vease ademàs para la bibliografía el excelente resumen publicado por el Sr. D. Manuel Fernández de Castro en el tomo I del *Boletín de la Comisión del Mapa geológico de España*, el cual trabajo se titula: *Notas para un estudio bibliográfico sobre los orígenes y estado actual (1874) del mapa geológico de España.*

CAPÍTULO I.

CONSTITUCIÓN FÍSICA.

OROGRAFÍA.

La región que hemos estudiado, una de las más quebradas de la Península, comprende la porción oriental de la provincia de Málaga y la occidental de la de Granada. Situada por fuera de las llanuras ó mesetas onduladas extendidas al sur del valle del Genil, está formada exclusivamente por montañas áridas que dan al país un aspecto triste. Tales son, por la parte meridional, las que, con sus cumbres redondeadas y asurcadas por profundos barrancos, secos en el estío, pero por cuyos fondos corren en la estación lluviosa torrentes que arrastran los materiales pizarrosos de que están constituidas, abarcan el espacio comprendido entre las sierras de Mijas y la Nevada, dispuestas en porciones que, orientadas próximamente de O. á E., llevan sucesivamente los nombres de sierras de Casabermeja, de Colmenar, de Comares y de Viñuela.

Cerca de Periana las sierras cambian de aspecto, ofreciendo cumbres más agudas y prolongadas, y pendientes peñascosas y escarpadas: las de cimas redondas y pizarrosas quedan más al sur, dejando espacio á las calcáreas Tejeda y de Játar (1328 metros), y más á levante la sierra Almjara con la Nava Chica (1351 metros) envía ramificaciones hacia el Norte (peña del Águila y sus dependencias, 1458 metros) hasta las inmediaciones de Albuñuelas y de Padul, por donde esos macizos van á relacionarse con el de la sierra Nevada (Veleta, 5476 metros; Mulhacén, 5481 metros). Al sur de todas esas sierras se extiende una zona que, todavía muy quebrada y asurcada por barrancos hondos, desciende bruscamente hacia el litoral en el que la costa, bastante escarpada, sólo se interrumpe acá y allá por algunas hoyas (Málaga, Torre del Mar, Motril) ó planicies cultivadas, que sin duda representan antiguos estuarios.

Igualmente, al norte de la misma referida serie de montañas aparece otra que llama la atención por el color blanco y la uniformidad

de sus escarpas calizas, formando en su conjunto una línea, próximamente paralela á la anterior, que, orientada de O. á E. hasta las cercanías de Periana, se dobla en seguida hacia el NE. En ese macizo se distinguen desde luego, comenzando por poniente, las sierras de Abdalaj's, de La Juma y del Valle, las Orejas de La Mula, el picacho de Fuenfria (1531 metros), las cumbres del Camorro Alto y del Torcal (1577 metros), las sierras de Las Chimeneas, Palomera, de Las Cabras, del Dornillo, del Saucedo, de Jorge y de Gibalto (cerca de Salinas), y ese mismo macizo se relaciona junto á Alfarnate con la sierra de Loja, que comprende las cumbres del Sillón Bajo (1468 metros), de Las Cabras (1644 metros), de Frailes (1559 metros) y Gorda (1671 metros). Más á levante, las sierras de Zafarraya, de Eumedio y de Marchamonas, se extienden hasta Periana, y hasta las inmediaciones de Játar la de Alhama; mientras que, al norte del Genil, los Hachos de Loja (1005 metros) y las sierras de Montefrío (1600 metros), Parapanda (1604 metros), Pelada, de Iznalloz, de Orduña y Harana, forman una segunda línea más seguida, que continúa por levante hasta el mar, á través de las provincias de Murcia y Almería. Más al norte todavía, las sierras de Cabra, de Priego y de Luceña, constituyen otra serie de cumbres paralelas á las anteriores.

Entre las dos cordilleras principales, cuyas cimas acabamos de indicar, y á las que no separa ninguna depresión considerable en el espacio que media desde El Chorro á Zafarraya, se extiende por el lado de Alhama y de Granada una vasta cuenca ó especie de meseta ondulada (920 metros de altitud en Alhama, 750 en La Malá y con cimas de 1000 á 1600 metros), á la que atraviesa por el norte el río Genil. Esa depresión, cerrada por todos lados por montañas elevadas y cuyas aguas no encuentran salida sino por el desfiladero de Loja, está cubierta por olivares y eriales en sus porciones elevadas; pero la más baja, fertilizada por el Genil, constituye, en medio de un desierto, el delicioso jardín que lleva el nombre de vega de Granada (550 á 700 metros).

Por el lado de poniente limitan también á la región montañosa algunas llanuras fértiles, tales como las de los alrededores de Molina, Bobadilla y Antequera, en las cuales, rodeadas por colinas onduladas y monótonas, destacan algunos picos escarpados que, como el peñón ó Peña de Los Enamorados, anuncian la proximidad de la cadena principal.

HIDROGRAFÍA.

El *Genil*, tributario del Guadalquivir, nace en el macizo de la sierra Nevada, al este de Granada; recibe el arroyo Aguas Blanquillas, y riega la vega después de habérsele unido el Darro, que atraviesa por la capital citada (altitud de 634 metros), y un poco más adelante el Monachil, la rambla Seca y el Dílar, que se originan en los derrames de la Nevada. Las aguas de la cuenca terciaria vierten en el mismo Genil por los ríos de La Malá, Carín y Alhama, que tienen su cuna en la sierra Tejeda y sus anejas, y asimismo se le agregan por el norte numerosos torrentes (ríos Velilla, Milano, etc.) de curso intermitente, que descienden de las sierras Parapanda y Pedada. Llegado á Loja absorbe al abundante Manzanal, originado en un copioso manantial, cuyas aguas proceden sin duda de las que se filtran en la cuenca de Zafarraya; y, finalmente, después de adicionarle el río Frío, el Genil cambia bruscamente de dirección, y, encañinándose hacia el NO., abandona la región de que hablamos.

El *Guadalhorce* brota en las montañas calcáreas de la sierra de Jorge, entre Loja y Alfarate; atraviesa los eriales de Villanueva del Trabuco; pasa al pie del peñón de Los Enamorados; corre á lo largo de las faldas septentrionales de las sierras de Antequera y de Abalajis hasta cerca de Bobadilla, desde donde marcha al S. para salvar las cordilleras béticas, merced á un grandioso desfiladero, y pasa á regar los naranjales y cañaverales de azúcar de Cártama y de Alora, antes de verter en el Mediterráneo al sudoeste de Málaga.

El *Guatelfeo*, que surge en la parte oriental de la sierra Nevada, baja de NO. á SE. hasta no lejos de Izbor, donde recibe al Laujarón; y engrosado por numerosos torrentes que parten de la misma mencionada sierra, así como por las aguas procedentes de la cuenca de Albuñuelas, las del torrente Dúreal y otros, va á desembocar al oeste de Motril.

Las vertientes meridionales de las sierras Almirajara y Tejeda y las de las inmediaciones de Colmenar envían al Mediterráneo, mediante grandes barrancos, numerosos torrentes de que son ejemplos los ríos de Nerja, de Torrox, Guaro, de Vélez, y, en fin, el Guadalmédina, que desciende de las alturas de Casabermeja y desemboca junto á Málaga.

CAPÍTULO II.

CONSTITUCION GEOLÓGICA.

Al examinar la constitución geológica de la comarca, ehoca desde luego la disposición regular que afectan los diversos sistemas de capas y las relaciones íntimas que existen entre la distribución de éstas y el relieve del país.

De un modo general, los diferentes terrenos se presentan en *fajas paralelas*⁽¹⁾ que, dirigidas primero de O. á E., se doblan después hacia el NE. para penetrar en la provincia de Granada.

REGIÓN BÉTICA.

Si desde la costa del Mediterráneo se marcha hacia el norte, lo primero que se encuentra es una faja de terrenos antiguos, ocupada por filadíos y pizarras arcillosas, en general muy plegados, que ya hemos indicado constituye, desde el punto de vista geográfico, una cordillera bien distinta.

Las corrosiones naturales han nivelado las ondulaciones de las pizarras dichas, sobre las cuales se apoyan en la región litoral diversos isleos triásicos, jurásicos, eocenos y pliocenos.

El macizo pizarroso así definido, y cuya cumbre septentrional parece haber quedado emergida desde una época muy remota, se prolonga por levante hasta la sierra Nevada, cuyas cimas están también formadas por pizarras antiguas argilo-micáceas.

A partir de Alcaucín, ó sea del punto en que próximamente empieza la inflexión señalada en la dirección de las fajas que dibujan los diversos terrenos, se agrega á las pizarras otro elemento, constituido por calizas cristalinas, que entran á formar parte de la com-

(1) Los Sres. Taramelli y Mercalli acaban de publicar, en su Memoria sobre Andalucía, un excelente esquema de esa disposición, que hasta aquí habia pasado desapercibida á la generalidad. A ese esquema acompaña un buen corte desde Torre del Mar á la sierra Parapanda.

posición de las sierras Tejeda, de Albuñuelas, de Bilar y de Quentar, formando en ellas una serie de escarpas á que atraviesa por un pintoresco desfiladero, cerca del puente de Izhor, la carretera de Granada á Motril.

Esa primera cordillera, que es la que se conoce con el nombre de Bética, parece haber desempeñado, según veremos en lo sucesivo, un papel muy importante en la geología de la Península, desde los periodos más antiguos.

ZONA SUBBÉTICA.

Las sierras que se elevan al norte de la cordillera Bética, cuya misma dirección general afectan, están constituidas esencialmente por calizas jurásicas, plegadas y dislocadas, que aparecen como sumergidas en los depósitos terciarios que las cubren irregularmente, ocultando casi por todos lados su contacto con la cordillera meridional, sin que, sin embargo, pueda dudarse que dicha serie de cimas secundarias debe su origen á un empuje que en su conjunto sufrieron las capas á que corresponden; de modo que ofrecen con la cadena Bética la misma relación que los Prealpes con los Alpes suizos ó que las cimas Subalpinas con las Alpinas del Deltinado: esa es la zona *Subbética*, la cual se prolonga á través de la provincia de Almería.

A esa misma zona de rocas secundarias plegadas corresponde también una faja más ancha de colinas más bajas y más suavemente ondulada, que se extiende al norte de la primera línea de cumbres referida, debiéndose la diferencia de sus caracteres á la naturaleza más margosa de las hiladas triásicas (de Gómbates á Loja) ó cretácicas (por el lado de Montefrío) que la componen. Aún aparecen en ella diversos mogotes peñascosos de caliza jurásica, de los cuales el más notable es el peñón de Los Enamorados, al nordeste de Antequera; y, finalmente, ciertas cumbres de molasa y determinadas hondonadas más fértiles, llenas de depósitos numulíticos, introducen algunas variaciones locales en el carácter del conjunto.

Más al norte todavía, una nueva cordillera jurásica estrecha y alargada del SO. al NE. (La Tiñosa), y después una faja de calizas triásicas (Priego), continúan la zona Subbética en la provincia de Jaén.

CUENCA DE GRANADA.

Desde las inmediaciones orientales de Zafarraya y de Alhama hasta el norte de Granada, las cordilleras Bética y Subbética van separándose más y más, dejando entre sí un ancho intervalo que forma un suelo ondulado ó especie de gran meseta asureada por diversos barrancos y atravesada en su parte septentrional por el valle del Genil. Limitada por todos lados por montañas escarpadas, hecha excepción del espacio estrecho que separa la sierra Parapanda de los Hachos de Loja, la cuenca de Granada constituye, pues, una comarca especial, debida al hundimiento, relativamente reciente, de una vasta extensión que al fin de la época miocena se llenó de arenas y cantos rodados, entre el cual depósito asoman en diversos parajes isleos del fondo antiguo. La sierra Elvira por el nordeste, que es jurásica; el mogote, también jurásico, de Alhama, y el de La Malá, colocado entre esas dos elevaciones y formado por calizas antiguas, permiten presumir cuál es, por bajo de los referidos depósitos recientes, la marcha de la línea de contacto de los terrenos antiguos y secundarios; tanto más cuanto que, al nordeste de Granada, una faja de calizas antiguas que un poco por cima de Alfacar se halla en contacto con otras jurásicas, completa el borde de la cuenca terciaria.

Con su barrera de montañas de cumbres nevadas; sus colinas salubrosas en que el sol refleja tintes dorados, y la fértil y siempre verde vega que el Genil ha abierto y ensanchado en ella, la cuenca de Granada es, tanto por su hermosura como por su riqueza, una comarca privilegiada, y la antigua residencia de los reyes moros aparece así, cual oasis en desierto, como centro en que habian de concentrarse los habitantes de la región Bética. Desde el punto de vista geológico, es un ejemplo notable de esas áreas de hundimiento frecuentes, según M. Suess, en los líquites de las regiones plegadas, y cuyo estudio detallado va siendo cada vez más importante.

Dedúcese de lo que precede que, para dar una descripción completa del país á que nos referimos, es preciso estudiar sucesivamente:

- 1.º Una cadena meridional antigua, ó sea la cordillera *Bética*.

2.º Otras cadenas septentrionales más recientes, ó sean las *Subbéticas*.

3.º Una hondonada (Senkungsfeld, ó sea la *Cuenca terciaria de Granada*.

Nuestros estudios debieron limitarse á las cordilleras Subbéticas y á la cuenca terciaria, y de esas comarcas vamos á ocuparnos especialmente.

CAPITULO III.

ESTRATIGRAFIA.

Comenzaremos la descripción de las capas por el estudio del trias, remitiendo para todo lo concerniente á los terrenos antiguos y paleozoicos ⁽¹⁾, á los estudios de los Sres. Michel Lévy, Bergeron, Barrois y Offret, que los han considerado en las sierras de Ronda, Tejada, Almirajara y Nevada, y en el litoral.

TERRENO TRIÁSICO.

HISTORIA.—Hace ya tiempo que es conocida la existencia del trias en Andalucía: todos los autores se han ocupado de este terreno, á causa del aspecto característico de los depósitos que le constituyen. Cook (1854), y después Silvertop, describieron los de las inmediaciones de Antequera; Hausmann (1842) mencionó las areniscas y margas con yeso de El Palo, refiriéndolas á la arenisca abigarrada; M. Sharenberg señaló en 1854 el keuper en el camino de Vélez Málaga á Alhama, y este mismo autor hizo mención de la arenisca abigarrada, cerca de Loja, y de margas yesosas, probablemente triásicas, en las inmediaciones de La Cartuja y de Colmenar.

En fin, las hiladas triásicas se estudiaron por de Verneuil y Collomb, quienes llamaron la atención acerca de la notable analogía de esos depósitos con los de las comarcas septentrionales de Francia. Poco después, d'Archiac (*Hist. des progrès de la géol.*) describía el

(1) M. O. Fraas (*Aus dem Süden*, pág. 53), parece que no admite la existencia de terrenos antiguos y paleozoicos en la cordillera Bética; pero esta opinión no está de acuerdo con las emitidas en los trabajos más importantes relativos á esa cadena.

trias de Andalucía según el mismo de Verneuil, haciendo observar en sus capas la presencia de cristales bipiramidales de cuarzo. Más tarde, los Sres. Ansted, Orueta, Gonzalo y Tarin, Brasche y Fraas han dedicado numerosas páginas de sus escritos á las capas que en la región Bética deben referirse al triás.

Descripción de las capas.

Los depósitos que nos parece deben comprenderse en este terreno aparecen en muchos parajes, pero con desarrollo y aspectos muy diferentes.

Esos parajes son:

- 1.º La parte litoral comprendida entre Málaga y Vélez, donde dominan areniscas rojas que recuerdan las permianas ó abigarradas;
- 2.º Las colinas de la cordillera Bética ó levante de la sierra Tejeda, donde diversos islotes de caliza cristalina, cada vez más desarrollados, alternan con pizarras satinadas que se parecen algo á las lustrosas de los Alpes, sino que con frecuencia son irisadas y vesosas;
- 3.º Al norte de Alfacar y hacia el límite occidental de la sierra Tejeda (cortijo Azafranco) se intercalan dos asomos bastante reducidos entre la cordillera Bética y la zona Subbética, en los puntos en que el contacto directo puede observarse;
- 4.º Los asomos de la zona Subbética recuerdan el aspecto de las margas irisadas del norte de Europa, y forman principalmente dos fajas grandes y continuas, orientadas del SO. al NE.: una de las cuales se extiende, por Antequera y Archidona, desde Gobantes á Loja y El Tocón, donde desaparece por bajo del flanco de la sierra Parapanda, mientras que la otra, más septentrional y fuera ya del campo de nuestros estudios, se dirige hacia el NE. desde Priego y Carcabuey, en la provincia de Córdoba, para penetrar en la de Jaén. Muéstrase también el triás, al oeste del ferrocarril de Málaga á Córdoba, junto á La Roda, donde sin duda forma el substratum de la laguna salada de Fuentepiedra. Esa simple enumeración muestra ya que las fajas triásicas de diversos aspectos se orientaron desde luego en la dirección que después había de seguir el eje de la cordillera Bética.

LITORAL MEDITERRÁNEO.—El triás de los alrededores de Málaga (1)

(1) Los Sres. O. y E. Fraas (*Aus dem Süden*) hablan de una «caliza de Málaga» con fósiles indudablemente triásicos, que suponen del *Hauptmuschel-*



se estudió con gran atención por M. Austed, quien también hizo mención de algunos conglomerados y calizas magnesianas que refería al permiano, y los Sres. Taramelli y Mercalli señalan cerca de Málaga conglomerados que asimilan al carbonífero de los Alpes Cárnicos (1).

En nuestra opinión, deben distinguirse en esos depósitos dos series diferentes, cuya concordancia no está todavía definitivamente establecida. Unos están desde luego constituidos por areniscas cuarzosas y pizarras de un rojo oscuro y violado, con conglomerados en la base, que recuerdan el permiano de las comarcas francesas. Así son los que forman entre Málaga y Vélez Málaga isleos bastante extensos, sobrepuestos en completa discordancia estratigráfica á los terrenos más antiguos. No han ofrecido hasta ahora restos orgánicos.

En un barranco al noroeste de El Palo se observa la sucesión siguiente, empezando por abajo:

- 1.º Conglomerado de cemento oscuro con granos de cuarzo blanco y fragmentos de filadíos;
- 2.º Caliza gris compacta;
- 3.º Conglomerado fino;
- 4.º Areniscas cuarzosas y pizarras rojas.

En el paraje llamado Rincón de la Victoria se asocian á unas areniscas rojizas, análogas á esas y sin fósiles, calizas compactas ligeramente cristalinas, de un negro parduzco.

En la montaña de Vélez Málaga se ve (fig. 1) sobre filadíos antiguos:

- 1.º Pudinga con cantos de cuarzo (60 centímetros);
- 2.º Areniscas amarillentas cuarzosas, blandas (1 metro);
- 3.º Mármoles, probablemente numulíticos, que dan asiento al castillo de Vélez.

Á levante de este castillo aparecen intercaladas de un modo raro entre los filadíos, unas fajas estrechas de las mencionadas areniscas amarillentas.

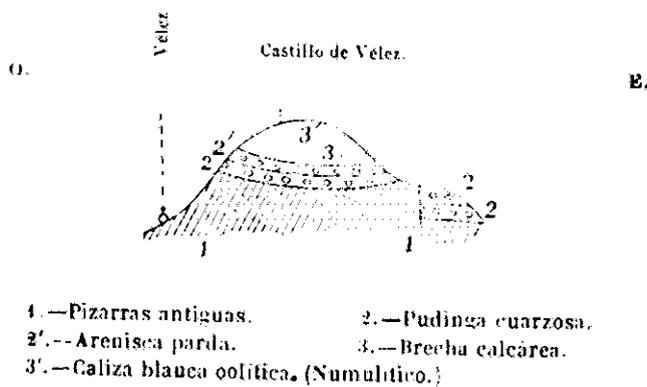
kalk, mencionando entre ellos *Ceratites*. Según estos autores, se encontraría además en el litoral, entre Málaga y Torrox, el *teltenkohle* (?), el keuper y el lias. Uno de dichos autores atribuye al keuper las capas con *Calamites* y *Equisetum* de Málaga, que les mostró el Sr. de Orueta.

(1) Taramelli y Mercalli mencionan además en su reciente Memoria un conglomerado que se asemeja al permiano de los Alpes occidentales, que asoma cerca de Málaga.

En fin, el Sr. de Orueta señala en su mapa, y el Sr. Bergeron ha observado cerca de Colmenar, ó sea en los flancos de la cordillera Bética, asomos del mismo terreno.

En diferentes puntos las pizarras rojas dan asiento á isleos jurásicos ó numulíticos, pudiéndose observar cerca de El Palo que en la base de aquéllas se muestran margas grises y rojizas con yeso, calizas dolomíticas en plaquitas delgadas y carniolas, que sin duda son un exiguo representante del triás superior. En Rincón de la Victoria se ven también esas mismas placas dolomíticas, pero asociadas á una caliza negruzca en bancos gruesos.

Fig. 1.—Corte en la montaña de Velez-Málaga.



PARTE ORIENTAL DE LA CORDILLERA BÉTICA.—De Verneuil y Collomb señalaron en 1857 la existencia de capas triásicas metamorfoseadas, dolomías y pizarras satinadas, en el macizo de la sierra Nevada; Ansted mencionó también en esta sierra y en la de Gádor calizas que consideraba secundarias; en la segunda edición de su mapa, los referidos de Verneuil y Collomb las distinguen bajo la denominación de *trias dudoso*; el Sr. de Botella las refirió al permiano, y, en 1879, M. Drasche expresa dudas acerca de su edad, si bien se inclinaba á colocarlas en el triás. La presencia de yeso y la intercalación de pizarras rojas entre esas capas, fué durante mucho tiempo la principal razón que se alegaba para aquella última asimilación; pero el asunto dió un gran paso desde el momento en que el Sr. Gonzalo y Tarín descubrió fósiles triásicos en las calizas metalíferas de la sierra de Gádor. Además, M. Barrois ha encontrado en las de Las Al-

pujarras secciones de rudistas que ha referido al género *Megulodon*.

Cierto es, pues, que el triás existe en esta parte de la cordillera Bética; pero su distinción no es siempre fácil, y así es que con frecuencia las calizas triásicas se han confundido con otras más cristalinas que en bancos, también más gruesos, alternan con filadíos que parecen cambrianos (véase el Estudio de los Sres. Barrois y Offret), y las mismas pizarras satinadas del triás ofrecen mucha semejanza con los referidos filadíos. Esas circunstancias explican la confusión que en los mapas existe en la zona que rodea á la sierra Nevada, designándola ya con la denominación de triás, ya bajo el nombre de triás dudoso ó de permiano. En la comarca que hemos estudiado nos han parecido idénticas entre sí, y probablemente cambrianas, las calizas de Játar, Albuñuelas, Padul, Alfácar y Huétor Santillán. Cerca de esta última villa se ofrecen, ya en las cumbres, ya en los pliegues de las referidas calizas, algunos exiguos isleos jurásicos, y los triásicos, aun cuando algo mayores, se reducen también á rodales de poca extensión. Esos últimos los hemos observado en Lanjarón (1) V. el Estudio de los Sres. Barrois y Offret, al este de Quéntar y en el camino de Granada á Díezma.

En Quéntar, los trabajos de canalización emprendidos por M. Guillemin Tarayre para procurarse el agua necesaria para una explotación de oro, nos han facilitado el estudio de esas calizas triásicas, las cuales forman allí una barrera escarpada que cierra bruscamente el valle, y á la que únicamente atraviesa una grieta profunda é impracticable abierta por las aguas. Dichas calizas son negruzcas, con manchas róseas, dolomíticas, y contienen cristalillos de yeso y de galena. Al otro lado de esa barrera caliza, el valle se ensancha en otras capas más liernas, que no tuvimos ocasión de visitar por falta de tiempo, pero que sin duda están formadas por pizarras satinadas asociadas á las mismas calizas.

Después de haber salvado, más arriba de Huétor Santillán, los depósitos pedregosos terciarios, el camino de Granada á Díezma entra en unas calizas cristalinas blancas ó azuladas, bien regladas, que pertenecen á la serie antigua. Á modo de manchas en la masa uniforme de esas calizas cristalinas, se encuentran sobre ellas unos isleos de

(1) M. O. Fraas habla de un canto de mármol con fajas negras y grises que, procedente de Lanjarón y conteniendo terebrátulas, ha visto en las colecciones del Liceo de Granada.

otra blanca jurásica y de dolomías groseras, un poco antes de llegar al puerto á donde el camino se dirige, y pasado éste se atraviesa una serie potente en que se ven alternar, dibujando pliegues muy acusados, pizarras satinadas, irisadas á causa de su descomposición superficial, y calizas cristalinas que forman tránsito á carniolas, y después areniscas rojizas y cristalinas, en alternación con algunas pizarras rojas, que parece ocupan la base del conjunto en el centro del pliegue anticlinal por donde discurre el arroyo de Diezma (Anchurón). Creemos que esas mismas capas son las que, al otro lado del valle, constituyen, alcanzando gran altura, la vertiente septentrional de la montaña de Orduña, y, aun cuando una tempestad de nieve nos impidió llegar á ellas, nos atrevemos á asegurar que la referida vertiente no está formada, como se indica en los mapas, por calizas jurásicas. En el mismo Diezma, sobre las capas de que hablamos se apoyan calizas blancas liásicas.

Si, como pensamos, esta faja del trias continúa por el oeste al pie de la montaña de Orduña, debe ir á unirse, casi sin interrupciones, con los asomos de las inmediaciones de Alfacar, en los que se acusa con toda claridad el aspecto subbético. Hasta puede decirse que, ya en el camino de Diezma, este trias, con sus areniscas rojas ⁽¹⁾ y sus carniolas, ofrece desde el punto de vista mineralógico un carácter mixto. Sería, pues, de gran interés un estudio detallado de esta zona, á fin de determinar la manera como se enlazan los dos tipos del trias.

LÍMITE DE LAS CORDILLERAS ANTIGUAS Y SECUNDARIAS.—Hemos dicho más arriba que este límite, oculto casi por todas partes por bajo de depósitos terciarios, numulíticos ó miocenos, no puede observarse sino cerca de Alfacar, al norte de Granada, y en las inmediaciones de Zafarraya, al oeste de la sierra Tejeda. En esas dos comarcas se hallan isleos triásicos de poca extensión, pero que importa hacer notar, porque en ellos se intercalan, entre margas rojas semejantes á las de la región más septentrional, unas areniscas cristalinas análogas á las de Diezma.

Á levante de Güevéjar (fig. 2) muéstranse unas margas micáceas de color de heces de vino, acompañadas de areniscas rojo-violáceas, muy micíferas, en las quiebras y concavidades de las calizas cristalinas (cambrianas) que se alzan por cima de las colinas miocenas. En

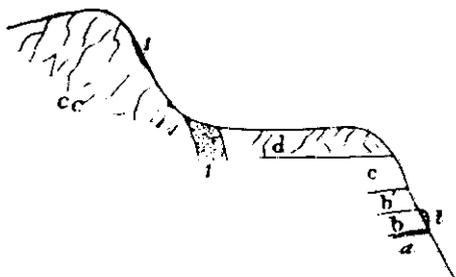
(1) Leonhardt señaló ya areniscas triásicas al norte de la sierra Nevada.

el vallejo de Calicasas esas mismas capas forman un borde algo más extenso al pie de la montaña antigua; pero bien pronto ese asomo se limita en punta hacia arriba, dejando que unas calizas dolomíticas bien regladas [probablemente jurásicas] se apoyen directamente sobre las cristalinas. Cerca de ese punto, uno de los bancos de arenisca pasa á verdadera cuarcita.

Fig. 2.—Corte tomado cerca de Guevejar.

E.

O.



C. C.—Caliza cristalina.

I.—Areniscas y margas rojas en las quebras y concavidades de la caliza cristalina.

a.—Capas con yeso.

b.—Margas de variados colores.

b'.—Margas con *Melanopsis impressa*.

c.—Margas de variados colores, con gravas.

t.—Terrero de toba.

El isleto del cortijo Azafranero, al oeste de la sierra Tejeda, es todavía más pequeño y en parte lo oculta el terreno numulítico. Ofrece caracteres análogos y lo señaló por primera vez el Sr. Mac Pherson.

TRIÁS DE LAS CORDILLERAS SUBBÉTICAS.—En estas cordilleras se ofrece, con todos sus caracteres, el aspecto de las margas irisadas del norte de Europa. Las capas triásicas están aquí constituidas por arcillas que, aun cuando abigarradas, es lo más frecuente que sean rojas; en las cuales se interponen masas de yeso gris con venas blancas, lentejones mayores ó menores de calizas negras y de carniolas, y bancos dolomíticos. En toda la zona que se extiende de Gobantes á Loja, esas capas se muestran tan quebradas y con relaciones de superposición tan difíciles de observar, que no es posible reconocer en ellas, al contrario de lo que sucede en Suabia y Lorena, un orden

constante de sucesión. Al sur de Antequera se intercalan en ellas algunas areniscas rojas y samitas, y asimismo hemos notado frente al peñón de Los Enamorados, un asomo de caliza cristalina semejante á las de Lanjarón y del camino de Diezma. Tampoco falta sal en esos depósitos: lejos de ello, se explota en Salinas (partido de Loja), y es para nosotros evidente, según ya hemos dicho más arriba, que la presencia de la substancia de que hablamos en la laguna de Fuentepiedra se debe á un substratum triásico.

La multitud de pliegues, que hacen que unas mismas capas se muestren repetidas veces en la superficie, impiden apreciar, ni aun aproximadamente, el espesor del sistema, que, sin embargo, puede afirmarse es considerable.

En él abundan las rocas ofíticas, ya en forma de filones, ya, con más frecuencia, en la de mogotes aislados, por lo general pequeños. Uno de los que se hallan alrededor del cortijo de Las Perdices, cerca de Antequera, forma un cerro redondo y escarpado semejante á los que se observan en los Pirineos. Son, por lo demás, frecuentes en la llanura de Archidona y, todavía más á levante, hasta las fuentes del Guadalhorce, y también se muestran en Villanueva del Rosario.

Más al norte, la faja triásica de Priego está compuesta de capas análogas á las que acabamos de considerar: mostrándose, entre margas irisadas, diferentes masas de yeso y bancos de arenisca roja, existiendo también, en el mismo Priego, manantiales salados. En Carcabuey (Córdoba), junto á un recodo que allí traza la carretera, se ve, en el eje de un pliegue anticlinal, una caliza negruzca, compacta, en hiladas gruesas que contienen sílex y dan apoyo á un depósito de margas irisadas con yeso. Esa caliza pudiera por su posición corresponder al muschelkalk; pero no hemos visto en ella sino impresiones muy vagas de fósiles.

En la sierra de Los Villares (Granada), y alguna otra, el trias contiene pirita de hierro y cristales bipiramidales de cuarzo, de una pureza y regularidad notables.

En lo que precede, la referencia al trias de las capas referidas, únicamente se funda en sus caracteres mineralógicos; pero la posición estratigráfica de la faja de Antequera no deja de inspirar alguna duda respecto á esa referencia, generalmente admitida. La mencionada faja muestra, en efecto, casi por todas partes una estratificación independiente de la de las cordilleras jurásicas que la limitan

por el sur; y aun cuando es verdad que la mayor repetición de pliegues y dobleces en la primera pudiera ser debida á su naturaleza más plástica y aun atribuirse en parte á acciones secundarias ocasionadas al disolverse el yeso ⁽¹⁾, es preciso suponer, para explicar la independencia de aquella posición, nada menos que dos fallas casi continuas, en general ocultas bajo el terreno terciario, que limiten la misma faja por el norte y por el sur, ó admitir discordancia entre esas capas y las jurásicas.

Los argumentos que militan para determinar como triásica la edad de la referida faja, son:

1.º Siguiéndola hasta las orillas del Genil, al norte de Loja, se ve que las margas que la constituyen se ocultan por allí bajo el liás y que reaparecen muchas veces en las ondulaciones de la cadena liásica de Los Hachos.

2.º En la faja de Priego se intercalan, á las inmediaciones de Hornos (Jaén), calizas con fósiles característicos del muschelkalk (*Gervillia socialis*, *Myophoria Goldfussi*).

3.º Las plegaduras de las sierras jurásicas muestran en muchos puntos un substratum de margas rojas idénticas á las de las fajas precedentes, y sobre esas margas hemos encontrado, como inmediatamente vamos á señalar, fósiles característicos del keuper.

Conviene observar ahora, respecto á una discordancia posible entre las dos series triásica y jurásica, que es preciso mirar con desconfianza las apariencias de tales discordancias en el contacto de macizos margosos y calizos, sobre cuya cuestión ya tendremos ocasión de insistir; además de que en los puntos en que puede observarse la superposición del terreno jurásico al triás (Gobantes, Enebral, Villanueva del Trabuco, Hachos de Loja) esa se verifica en estratificación concordante. No es, sin embargo, menos cierto que los raros islotes de calizas jurásicas que, en forma de colinas aisladas, se apoyan sobre la faja margosa, y de que es ejemplo el cerro que se levanta al este de la estación de Salinas, parecen contradecir esa opinión, y así, si nos fijamos en el cerro dicho, ni la estratificación, bien marcada, de las calizas jurásicas es paralela á la línea de separación de los dos terrenos, ni esas calizas se hallan por todas partes en contacto

(1) De intento no hablamos de los trastornos causados por las ofitas, porque el papel pasivo de estas rocas en los movimientos mecánicos de las capas no nos parece mas controvertible en Andalucía que en otras regiones.

con las mismas zonas de las margas triásicas, siendo forzoso suponer, ó que el cerro se ha hundido con desigualdad en su substratum margoso, ó que una parte de las margas que lo rodean ha sufrido una recomposición, que es lo que parece ha ocurrido en una zanja allí inmediata.

La cuestión se complica más si se sale hacia el norte por la cuenca cretácea de Montefrío ó por la faja triásica de Priego: en aquella las arroyadas de los valles descubren por bajo del cretáceo camino de Loja á Montefrío) margas y areniscas rojas yesíferas con filones ofíticos; en la otra aparecen, descansando directamente sobre el trias, diferentes isleos cretáceos, según se indica en el mapa de la provincia de Jaén del Sr. Mallada, y según lo ha comprobado el Sr. Kilian marchando de Montefrío á Cabra. Ya insistiremos sobre esta dificultad al estudiar el cretáceo.

Héstanos hablar de otros asomos menos extensos, que por consecuencia de fallas ó pliegues aparecen en medio de las sierras jurásicas y que tienen un interés especial á causa de los fósiles que en ellos hemos recogido. El desmunte del ferrocarril de Málaga entre Gobantes y El Chorro (antes del túnel núm. 9) atraviesa un doble pliegue de margas irisadas que, á causa de una falla, se apoyan por el norte contra hiladas titónicas, mientras que por el sur se ocultan con regularidad bajo el las. Esas margas forman una faja bastante larga, y son notables por los barrancos abiertos en ellas y por los resbalamientos que han sufrido. En su parte superior contienen lechos de yeso, y se terminan hacia arriba en otros de calizas parduzcas, margopizarreñas, en los que hemos recogido: *Natica* cf. *gregaria*, Schl. (abundante); *Myophoria* cf. *vestita*, v. Alb. (4 ejemplares); *Lucina* sp.; *Gervillia precursor*, Quenst. (cubriendo la superficie de un lecho); *Terebratulula* sp., es decir, especies que se encuentran en el keuper del norte de Europa.

Los depósitos análogos del cortijo del Enebral y de Villanueva del Rosario no merecerían citarse si no fuera por la posición stratigráfica que ocupan y porque en ellos hemos encontrado fragmentos de rocas ofíticas que los asemejan á los de la faja de Gobantes y Antequera.

En la sierra Elvira las margas irisadas se muestran en dos puntos: cerca de Pinos Puente y al sur de la sierra, junto á Atarfe. En la primera de esas localidades afectan la forma de arcillas sabulosas y

endurecidas, de un rojo parduzco, á las cuales atraviesan numerosas venas de yeso en la vertiente septentrional. Se terminan por arriba en unas calizas margosas, dolomíticas, gris-amarillentas, que contienen restos orgánicos bastante mal conservados, y sobre esas calizas van, perfectamente concordantes, otras negras en lechos delgados, bien reglados, y grandes bancos de dolomías, que pertenecen al liás. El segundo asomo contiene también yeso, según ya lo señaló el Sr. Gonzalo y Tarín, y un mogote ofítico. Este isleo se apoya por el oeste contra las calizas del liás medio, á consecuencia de una falla local, y por el sur da asiento á unas calizas dolomíticas que sobre él descansan en estratificación concordante y que sin duda forman la base del liás. Ese es el paraje en que acaso el triás de Andalucía muestra más semejanza con las margas irisadas de Lorena. En él recogimos un ejemplar de *Terquemia (Carpenteria) spondylioides*, Goldf.

En fin, debemos señalar también la colina en que se apoya Villanueva del Trabuco, cuyas margas rojas y verdes, con masas de yeso, forman un mogote aislado en medio del terreno numulítico. El yeso se ofrece ahí al estado de verdadera brecha, indudablemente reconstituida, á causa de haberse disuelto y vuelto á cristalizar dicha substancia á corto trecho, que es el fenómeno del *yeso regenerado*, estudiado por M. Gümbel.

El aljez se explota también sobre las orillas del Genil, al noroeste de Loja.

RESUMEN.—Prescindiendo de los caracteres mineralógicos, no faltan argumentos estratigráficos y paleontológicos para clasificar definitivamente en el triás las margas rojas de Antequera y de Priego. La hipótesis, ya casi abandonada, que atribuye el aspecto mineralógico, tan especial de esas margas, á metamorfosis originadas por erupciones ofíticas, seguramente que no hallará nuevos argumentos en el estudio geológico detallado de Andalucía.

En toda la zona de las cordilleras Subbéticas se muestra, pues, el verdadero triás bajo su aspecto continental, mientras que, por el contrario, en la cordillera Bética, y principalmente al sur de la sierra Nevada (Alpujarras, sierra de Gádor: el predominio de los macizos calizos indica más bien el tipo pelágico. Nada puede todavía asegurarse respecto de este particular, porque la fauna es aún poco conocida; pero ya los restos orgánicos encontrados por M. Barrois dan apoyo á ese supuesto, y la presencia del triás pelágico alpino en

las Baleares, y en Mora de Ebro, hace muy verosímil que el límite de los dos tipos triásicos se halle precisamente en la región de que hablamos.

En cuanto á las areniscas rojas del litoral, acaso deban asimilarse á las que se han señalado en Marruecos; pero por lo pronto es lo más prudente dejar indecisa su edad, que pudiera ser permiana. (V. el Estudio de los Sres. Michel Lévy y Bergeron.)

Fósiles recogidos en el triás.

- Natica gregaria*, v. Schl.—Triás superior.—Desmontes de El Chorro en Gobantes.
- Lucina* sp., v. Schl.—Triás superior.—Desmontes de El Chorro en Gobantes.
- Myophoria vestita*, v. Alb.—Triás superior.—Desmontes de El Chorro en Gobantes.
- Gervillia præcursor*, Quenst.—Triás superior.—Desmontes de El Chorro en Gobantes.
- Terquemia* (*Carpenteria*) *spondyloides*, Gold. sp.—Triás superior.—Sierra Elvira.
- Terebratula* sp., Gold. sp.—Triás superior.—Desmontes de Gobantes.

TERRENO JURÁSICO.

HISTORIA.—Las calizas jurásicas, con sus pedrizas blancas y áridas, y con algunas hiladas llenas, según se verá, de los fósiles más curiosos, entran en porción considerable en la constitución de las cordilleras Subbéticas, donde forman montañas de escarpadas laderas. Nada tiene, pues, de extraño que desde luego llamaran la atención de los viajeros y de los naturalistas, y así es que el terreno jurásico se mencionó en las primeras exploraciones practicadas en Andalucía.

En 1854, Cook señaló la presencia de amonitas jurásicas (*Amm. Gori*) en las calizas gris-oscureas de la sierra Elvira, y este aserto se reprodujo por Ami Boné. Al año siguiente, Traill (*British Association, Report of the fifth meeting at Dublin, 1855*) indicó la existencia del liás en el sur de España; en 1842 Hausmann emitió la opinión de que las calizas blancas que forman grandes macizos al norte de

la sierra Nevada, en las montañas de Jaén y cerca de Málaga, pudieran pertenecer al terreno jurásico; según escribían de Verneuil y Collomb en 1857, Alvarez de Linera fué quien primero recogió amonitas en las calizas jurásicas de la sierra de Abdalajís y del puerto de Los Alazores, y esos mismos geólogos franceses dieron datos muy interesantes respecto á los diversos tramos jurásicos que se hallan en el sur de España.

Sin embargo, el Sr. Maestre reunió bajo el color del carbonífero inferior, en su mapa geológico publicado en 1865, las calizas jurásicas del macizo de Las Cabras y las hiladas más antiguas de las inmediaciones de Alhauñelas.

La segunda edición del mapa de de Verneuil y Collomb vino á establecer definitivamente la extensión del jurásico en Andalucía, y después los trabajos publicados por la Comisión del Mapa geológico de España han suministrado numerosos documentos para el conocimiento de ese terreno, que es el que forma los principales relieves de la región Subhética, en la que las áridas crestas de aquéllos se levantan á modo de arrecifes en medio de otros depósitos, por lo general más recientes⁽¹⁾. En la serie de bancos que los jurásicos forman, son muy raros los horizontes margosos fosilíferos; mas, sin embargo, hemos tenido la suerte de descubrir la existencia de muchos tramos que todavía no se habían reconocido en la comarca, y hemos podido apreciar también que el jurásico muestra en esta parte de Andalucía un aspecto esencialmente *alpino*, ó mejor *mediterráneo*, aunque las dos frases significan lo mismo, poco más ó menos; es decir que se relaciona mejor con los de la misma edad de Sicilia y de Italia que con los del resto de España, en los que parece dominar el tipo atlántico (provincia de Tíeruel, etc.).

INFRALIAS.

En la región de nuestro estudio, el infralías, enteramente desprovisto de fósiles, no se caracteriza bien: pero creemos poderle refe-

(1) Los Sres. Taramelli y Mercalli, que recorrieron la región conmovida por los últimos terremotos, citan en ella calizas margosas rojas con *Harpoceras bifrons*, *H. radians* y *H. erbaense*; margas con *Harp. Murchisonae*, y calizas róseas ó verdosas que, con *Pygope diphia*, *Perisphinctes contiguous* y *Phylloceras pychaicum*, muy desarrolladas en los alrededores de Autequera, terminan la serie jurásica.

rir una serie de capas que nos ha parecido soporta con constancia hiladas liásicas, y que se distingue, en general, claramente de las de su substratum triásico.

Sobre las margas irisadas de los desmontes del ferrocarril de Málaga á Córdoba, entre los túneles 8 y 9, se extiende un lecho de arcilla verdosa, al cual suceden inmediatamente unas calizas grumosas con gasterópodos, que atribuimos al liás. Esas mismas margas verdes reaparecen entre los túneles 10 y 12, en un barranco á levante de la vía, donde constituyen la base del jurásico, y, finalmente, se observan también en la costa cerca de El Palo.

Sobre las margas triásicas de las inmediaciones de Salinas se apoyan unas carniolas que dan asiento á calizas grises y dolomías, y lo mismo sucede cerca de Villanueva del Rosario y en el cortijo del Enebral, donde entre las calizas liásicas y las capas rojas del triás se interponen bancos de carniolas y de dolomías.

En Los Hachos de Loja se intercala una hilada de carniolas cubierta por margas verdes, entre margas irisadas y el liás blanco con sílex.

Asimismo, en la sierra Elvira se observa, detrás de Pinos Puente, una hilada de arcilla y carniolas que separa los bancos liásicos de los triásicos, y esas carniolas vuelven á encontrarse en el segundo yacimiento triásico de la sierra, cerca de Atarfe. En este macizo se ven también unas calizas blancas cristalinas que igualmente pudieran pertenecer al infraliás.

Entre Carrabuey y Cabra, la base del jurásico está ocupada por arcillas verdosas.

Por último, en las inmediaciones de Guevéjar, sobre areniscas rojas triásicas, se extienden margas verdosas y carniolas semejantes á las de Salinas, de Los Hachos de Loja, sierra Elvira y cortijo del Enebral.

Parece, pues, que esa alternación de margas verdes y carniolas forma un término constante en la base del liás donde quiera que se observa la superposición directa de este terreno al triásico. Además, esas capas recuerdan, por su composición mineralógica, las del tramo rético en el mediodía de Francia y especialmente en el de Provenza.

A pesar de la atención con que le hemos examinado, no hemos conseguido descubrir en él ningún fósil; pero hemos de agregar que sus depósitos se asemejan mucho á los de la parte superior del keuper, en que hemos señalado algunos organismos marinos.

LIAS INFERIOR Y LIAS MEDIO.

La escasez de fósiles en la serie de calizas compactas que se termina hacia arriba por margas calizas toarcienses con amonitas, nos ha impedido separar el tramo sinemuriense del liasino, los cuales aparecen con caracteres tan semejantes que sus límites respectivos únicamente los podrá señalar quien se dedique á su estudio con más tiempo que nosotros.

En la sierra Elvira (V. lám. B) la parte inferior del lias está constituida por calizas negruzcas, compactas, en bastante espesor y bien regladas. A levante de Atarfe contienen muchos sílex negros, y por el oeste y el norte se intercalan en ellas importantes bancos de dolomía. Algunos restos de crinoides y de bivalvas es todo lo que en ellas hemos podido recoger.

Sobre esas capas se apoyan bancos gruesos de otra caliza con crinoides, muy espática, gris-parduzca, en la que hay abiertas grandes canteras. En ellas se distinguen dos hiladas, separadas por unos bancos de calizas compactas con sílex negros dispuestos con gran regularidad, análogas á las de la base.

Las calizas con crinoides, que se explotan en la ladera que vierte hacia Atarfe, contienen en algunos puntos belemnitas y amonitas indeterminables. Van en seguida otras calizas brechoides, rojizas, con manchas azules y algunas amonitas (*Lytoceras*) mal conservadas, las cuales calizas aparecen en bancos gruesos separados por lechos de marga pizarreña, y, por fin, por cima de ellas y por bajo de las capas con *Ammonites bifrons*, se explotan en la sierra Elvira unas margas calizas pizarreñas de color gris ó rosáceo, llenas de amonitas, entre las cuales se hallan las especies:

- Amm. algovianus*, Oppel; muy abundante ⁽¹⁾,
 — — var. vecina de la *retrorsicosta*, Opp.,
 — *Bertrandi*, Kilian, sp.,
Terebratula erbaensis, Suess.

Sabido es que el *Amm. algovianus* caracteriza el tipo alpino del

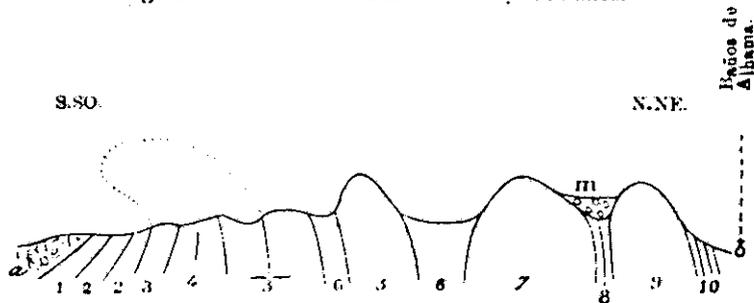
(1) La sierra Elvira se señaló en 1857 por de Verneuil y Collomb como un yacimiento de amonitas jurásicas.

lias medio (zona del *Amm. margaritatus*). El *Amm. Bertrandi* se encuentra en el medolo de la Italia alta, donde le ha señalado M. Meneghini, figurándolo con el nombre de *Amm. algovianus*, y en Suabia caracteriza el lias medio (lias 5, Quenstedt, *Der Jura*, lám. XXII, fig. 29). El *Amm. retroscosta* (*Amm. obliquecostatus*, Quenstedt, *pro parte*) se encuentra en Suabia en la zona del *Amm. margaritatus* (*Mitteldelta* de Quenstedt) y en el medolo de Lombardía. La *Fer. erbaensis* se ha señalado en las capas rojas de Erba, que contienen muchas formas del tramo liasino; y aunque M. Zittel la cita en el lias superior del Apenino, M. Meneghini hace observar que donde sobre todo se ofrece es en las calizas inferiores á las capas rojas del toarciense de Erba, ó sea en la parte superior del lias medio.

Es, pues, probable, vista la abundancia del *Amm. algovianus* en las capas de que hablamos, que éstas correspondan á la parte alta del tramo liasino.

Un isleo jurásico, que aparece en Alhama en medio del mioceno, muestra la disposición que se representa en la fig. 3, que es un corte

Fig. 3.—Corte tomado entre Alhama y los baños.



tomado á lo largo del camino de Loja, en una garganta situada entre aquella ciudad y los baños que llevan su nombre. En dicha figura son:

- a.—Brecha, probablemente miocena, tan unida á las capas jurásicas de la garganta que es muy difícil indicar con precisión el punto donde termina.
- 1.—Calizas compactas, amarillentas, con belemnitas.
- 2.—Calizas semejantes á las precedentes, sino que se deshacen en fragmentos angulosos y contienen *Amm. ceras*, *Amm. spiri-*

tissimus y *Amn. cylindricus*; de las cuales especies la última es la que principalmente caracteriza este término estratigráfico.

- 3.—Margas rojas y grises en bastante espesor.
 - 4.—Calizas con crinoides.
 - 5.—Calizas compactas con pentacrinos y rinconelas.
 - 6.—Alternación de margas grises y calizas en placas.
 - 7.—Calizas compactas gris-blanquecinas y bancos de marga.
 - 8.—Margas grises y calizas compactas, plegadas à trechos.
 - 9.—Calizas blanco-grisáceas con manchas pardas.
 - 10.—Caliza gris, compacta, en alternación con margas sabulosas.
- m.—Conglomerados miocenos.

Las capas, aun cuando casi verticales, presentan ligera inclinación al N., de modo que las más antiguas parecen ser las más próximas à la ciudad; pero bien puede suceder que constituyan una serie sucesiva de pliegues y aun una verdadera inversión. De todos modos, no es posible compararlas en detalle con las que forman la serie de la sierra Elvira; lejos de ello, representan una zona diferente y más antigua que las de esa sierra, una vez que los fósiles que suministra la hilada número 2 son característicos del lias inferior y lias medio (capas de Hierlatz) de los Alpes orientales, y corresponden à un nivel inferior al del *Amn. alpinus*.

Unas calizas amarillentas, ó à veces parduzcas, semicristalinas, que asoman por bajo de capas rojas del lias superior en la ladera de una colina que se alza junto à la estación de Salinas, nos han suministrado:

- Belemnites*, sp.,
Arietites cf. *multicostatus*, v. Hauer (non Sow.),
Pecten (*Amusium*) *Stoliczkai*, Gemm.,
Spiriferina rostrata, Schl.,
Pygope Aspasia, Men., var.,
Zeilleria cf. *Andleri*, Opp.,
 — *Partschii*, Opp. sp.,
Rhynchonella Dalmasi, Dum.,
 — *serrata*, Sow.,
 — *triplicata*, Quenst.,

que caracterizan el tipo mediterráneo del liás medio, tal como se presenta en Sicilia, Italia y ciertas partes de los Alpes (capas con *Pygope Aspasia*). La presencia del *Arietites* denota un nivel bastante bajo del tramo liásico, y aun puede suceder que las calizas de Salinas correspondan en parte al sinemuriense.

Cerca de Villanueva del Rosario sobresale una cordillera que parece está formada por calizas liásicas, al menos en parte. Son esas calizas blancas, á veces oolíticas, pero más generalmente compactas y de fractura astillosa; contienen artejos de crinoides, restos de políperos y equinoides, y numerosos riñones de sílex (jaspe pardo rojizo), y se extienden sobre unas dolomías de color obscuro. Un cerrejón que, al nordeste y no lejos del pueblo, está formado por bancos blanco-amarillentos, semicristalinos, con fractura astillosa y aspecto coralígeno, de esas mismas calizas, nos ha proporcionado:

Rhynchonella budaus, Phil.,
 — *Bouchardi*, Dav.,
Himmites velatus, Goldf.,
 Nerineas,
 Pentacrinos,
 Políperos.

Según su fauna, esas calizas, así como las que asoman en el cortijo de Los Bosques, pertenecen también al liás medio.

Asimismo referimos á esa división las calizas blancas y duras, con riñones de sílex, que al norte de Loja forman una serie de montañas peñascosas que dominan la línea del ferrocarril, las cuales pueden verse en algunos puntos descansando sobre dolomías, cariñolas y margas verdes, que á su vez cubren á las hiladas triásicas bien aparentes en el valle del Genil. A lo largo del ferrocarril acompaña á esas calizas blancas una dolomía blanquecina y fosforescente (1).

En la sierra de El Hachuelo, al sudoeste de Montefrío, el liás forma un isleo, rodeado por todas partes de margas neocomienses y *launas* cretáceas, constituido por calizas bien estratificadas llenas de belemnitas, fragmentos de *Arietites* (*Ann.* cf. *Kridion*) y crinoides.

Casi toda la sierra Parapanda está formada por calizas blancas liá-

(1) El Sr. Gonzalo y Tarín menciona el liás en el cortijo de Aguas Altas, al norte de Loja.

sicas en alternación con dolomías. En los derrubios que cubren sus laderas se encuentran numerosos artejos de *Pentacrinus*, enclavados en una roca blanca, compacta y de fractura astillosa, del todo semejante á la de Villanueva del Rosario. En las hiladas de la sierra hemos recogido la *Rhyn. furcillata* típica, característica del lias medio, y ciertos fragmentos de las calizas van cubiertos por cálices de un *Phyllocrinus* que recuerda el *Phyll. alpinus*, d'Orb., de Chaudon, característico también de ese mismo tramo.

Las calizas blancas con sílex del sinemuriense y del liasino continúan por las sierras Pelada y de Amiar: la carretera de Granada á Jaén las atraviesa entre la venta de Las Navas y Zegri.

LÍAS SUPERIOR.

Aunque el tramo toarciense no se muestra fosilífero por todas partes, es seguramente el que, de todos los jurásicos, mejor sirve de horizonte de referencia en Andalucía; tanto porque muchos de sus bancos ofrecen restos orgánicos, cuanto porque le caracterizan su color, con frecuencia rojizo, y su naturaleza margosa.

HISTORIA.—El lias superior se ha señalado en el norte de la provincia de Granada por el Sr. Gouzal y Tarín, que ha encontrado en él: *Belem. Brugieri*, *Amm. variabilis*, *Amm. radians*, *Amm. serpentinus*, *Amm. Normanianus* (Montillana, Campotéjar, etc.), *Amm. Loscombi*, *Amm. Levesquei* (?). Según dicho autor, ese mismo horizonte se halla en Montejicar y La Zagra.

Descripción de las capas.

Al nordeste de Granada es donde el tramo toarciense mide su máximo desarrollo. En la sierra Elvira (V. lám. R) se compone de las hiladas siguientes:

Substratum.—Margas calizas con *Amm. algovianus* y *Ter. erbaensis*, etc.;

1.—Calizas grises muy margosas con *Amm. bifrons*, *Amm. Levisoni* y *Amm. radians*;

- 2.—Caliza gris blanquecina, margosa, con *Amm. subplanatus* y *Amm. Mercati*;
- 5.—Margas grises con amonitas piritosas (*Amm. Nilsoni*).
Por encima se extienden capas con *Amm. Murchisonae*.

Esa sucesión se observa subiendo la sierra al noroeste de Atarfe en esta misma dirección.

El lias superior existe en otros muchos puntos de la misma sierra en exiguos isleos colocados en los pliegues de la caliza con crinoides, y principalmente se halla con muchos fósiles á lo largo de la falla que atraviesa la cordillera entre Atarfe y Pinos Puente. Sus bancos se explotan, juntamente con los del lias medio, entre la sierra y el ferrocarril de Granada, al oeste de Atarfe.

Asimismo se ofrece el toarciense, representado por capas amonitiferas (*ammonitica rosso*), en la sierra Parapanda, según lo demuestran los ejemplares de *Amm. bifrons* recogidos en ellas por de Verneuil y conservados en su colección en la Escuela de Minas de París (1).

La naturaleza margosa de las hiladas toarcienses se acentúa también en las colinas de las inmediaciones de Noalejo y Campotéjar, sobre las carreteras de Granada á Jaén. Entre la venta de Las Grajas y Montillana, donde numerosos filones de rocas ofíticas atraviesan las capas liásicas, las calizas grises margosas del toarciense contienen:

- Amm. bifrons*, Brug.,
— *crassus*, Phil.,
— *Mercati*, v. Hauer.

Las zanjas y desmontes de la carretera permiten asimismo estudiar las hiladas del lias superior entre la venta poco há mencionada y Zegri, viéndose detrás de esta última localidad que descansan sobre unos bancos gruesos de caliza blanca, con fractura astillosa, á las que atraviesa el camino. Pasadas esas calizas por un puerto, reaparecen, á causa de una falla, las margas toarcienses con concreciones ferruginosas, en las cuales margas calizas, coloreadas de rojo en los puntos en que domina este último elemento, pueden recogerse

(1) El Sr. Gonzalo y Tarín encontró en la sierra Parapanda el *Amm. variabilis*.

Amm. bifrons, Brug.; *Amm. Lilli*, v. Hauer; *Amm. communis*, Sow.; *Amm. mucronatus*, d'Orb. Las cortan algunos filones de ofita. Al aproximarse á la venta de Las Navas y á Iznalloz, esas calizas margosas resultan más compactas, las margas desaparecen pronto, la roca se carga de sílex, y á la inmediación de la venta aparecen las calizas blancas inferiores bien desarrolladas.

El lías superior existe también en la sierra Pelada, cerca de Montefrío, donde de Verneuil recogió:

- Amm. bifrons*, Brug.,
- *Mercati*, v. Hauer,
- *crassus*, Phil.,
- *submilsoni*, Kilian,
- (*Arietites*) sp.

Los ejemplares de *Amm. bifrons* de la colección de Verneuil, conservada en la Escuela de Minas de París, lo mismo los procedentes de Montefrío que los de la sierra Elvira, se hallan envueltos en una ganga margosa roja.

Al pie de la montaña de Las Hoyas, en el vallejo del río Frio, un poco al oeste de la carretera de Loja á Málaga, el toarciense aparece representado por unas losas rojas fosilíferas, levantadas y visibles en un espesor de 12 á 15 metros, que se apoyan contra mármoles blancos, inferiores á ellas. En las porciones margosas contienen:

- Amm. bifrons*, Brug. (abundante),
- *variabilis*, d'Orb.,
- *Levisoni*, Simpson.

En Villanueva del Rosario, así como en el camino de Villanueva del Trabuco á la estación de Salinas y á levante de esta estación, hemos encontrado las mismas hiladas margosas rojas por cima del lías con braquiópodos; pero en esos parajes son menos fosilíferas (belemnitas y cortes de amonitas indeterminables). En Salinas y en el cortijo de Los Bosques encierran sílex.

En una manchita aislada que se halla á poniente de Villanueva del Rosario, por cima del cortijo acabado de citar, hemos observado en dos puntos, pero principalmente á orillas del Guadalhorce, unas calizas margosas, gris-blanquecinas, del todo semejantes á las de la

sierra Elvira, y, como éstas, con *Amm. radicans*; las cuales se hallan en relación con calizas con *Rhynch. triplicata* del lias medio.

Á levante y al sur de los asomos que acabamos de mencionar, los caracteres distintivos de las capas toarcienses aparecen cada vez más oscuros, los fósiles van desapareciendo y el depósito va confundándose con el de las capas más antiguas y aun también con el de las superiores.

Sin embargo, en la sierra del Torcal, al sur de Antequera, aparecen, por bajo de una casa de picapedreros que allí existe, unos bancos de calizas rojas en losas, con belemnitas y amonitas indeterminables, que pudieran pertenecer al lias superior y que van á empotrarse en forma de bisel en un macizo de oolitas blancas muy consistentes. Hemos visto además en Málaga, en la colección de D. Domingo de Orueta, un fragmento de *Harpoceras* procedente del norte de esa provincia, que probablemente es de una especie toarciense.

Por el contrario, en los desmontes y zaujas de Gobautes y El Chorro (túnel núm. 9 del ferrocarril de Málaga) se puede seguir toda la serie de hiladas jurásicas comprendidas entre el triás y el titónico, sin que entre ellas se note ni losas rojas ni ningún fósil toarciense; y lo mismo se verifica entre Alfarnatejo y Alfarnate, y, más al norte, entre Carcabuey y Cibra. En fin, no aparece ningún depósito liásico en los isleos jurásicos del litoral cerca de Málaga, ó, si existe, se confunde con lo demás del terreno, representado por un conjunto uniforme y poco grueso de calizas compactas (1).

Lo mismo puede repetirse con respecto al lias medio y lias inferior. En los desmontes de El Chorro, donde, como acabamos de decir, no existe el término margoso rojo, se halla el tipo coralígeno representado por unas calizas grumosas, amarillentas, con nálicas y nerineas, sobrepuestas directamente al infralías, y por unas oolitas blancas que pasan á calizas compactas; pero, en todo caso, este depósito no es sino un representante rudimentario del lias inferior de Granada, y otro tanto puede decirse acerca de las calizas con crinoides y de las blancas del norte de Carcabuey.

Así, pues, en la región que hemos estudiado existe una zona orientada del SO. al NO., próximamente paralela al eje de la cordi-

(1) Esas son probablemente las capas de que habla M. O. Fraas cuando indica en la provincia de Málaga «un jura negro de color blanco.» (*Schwartzes Jura der weiss aussieht.*)

llera Bética, en la que han sido especiales las condiciones del depósito del liás, puesto que este terreno se muestra en ella con mayor espesor y compuesto de hiladas más fosilíferas y mejor diferenciadas. Esa zona se ensancha hacia el nordeste, y al mismo tiempo el espesor de sus capas y la proporción de los horizontes margosos y fosilíferos se acrecientan notablemente; mientras que, por el contrario, se estrecha al sudoeste, aun cuando aparece bastante bien representada por la serie de asomos que aparecen en nuestro mapa desde el norte de Granada al sur de Antequera. Las calizas que, al noroeste y al sur de esa zona, pueden referirse por analogía al liás, ocupan muy poca extensión y son muy poco fosilíferas. Existe, pues, lo mismo por lo que respecta a los depósitos liásicos que a los triásicos, una relación innegable entre las zonas antiguas de sedimentación y las montañas actuales.

RESUMEN.—En resumen, los tramos sinemuriense y liásico están representados en la porción meridional de Andalucía por una potente serie de calizas blancas, muy compactas, con venas espáticas, las cuales capas son frecuentemente coralígenas, y otras veces contienen riñones de sílex en gran abundancia. Son, por el contrario, muy pobres en fósiles bien conservados, y éstos son braquiópodos casi exclusivamente; los cefalópodos corresponden a las formas alpinas de los yacimientos de Hierlatz y de Adneth.

Nosotros hemos reconocido tres horizontes fosilíferos, los cuales, á partir del más bajo, son:

1.º Horizonte de los baños de Alhama: *Phylloceras cylindricum*, *Arietites ceras*, *Ar. cf. spiratissimus*. Capas de la sierra del Hachuelo, con belemnitas y *Arietites cf. Kridion*;

2.º Nivel coralígeno (zona con *Pygope Aspasia*) de Salinas y Villanueva del Rosario: *Arietites cf. multicostatus*, *Pygope Aspasia*, *Spiriferina rostrata*, *Rhynchonella Dalmasi*, *Rh. bidens*, etc.;

3.º Horizonte de Atarfe, con *Harpoceras algovianum* y *Pygope erbaensis*.

El toarciense, caracterizado por amonitas del grupo de los *Hildoceras bifrons* y *Leisoni*, únicamente nos ha mostrado algunas divisiones en la sierra Elvira. (Véase más arriba.)

Fósiles recogidos en el Iías.

CAPAS DE LOS BAÑOS DE ALHAMA Y DEL TIPO CON BRAQUIÓPODOS.

Belemnites sp.—Salinas: sierra del Hachuelo, cerca de Montefrío.
(Abundante.)

Phylloceras cylindricum, Sow. sp.—Baños de Alhama. (Bastante común.)

Arietites ceras, Gieb.—Baños de Alhama.

Arietites cf. *A. Krüliou*, Hebl. —Sierra del Hachuelo.

— cf. *multicostatus*, v. Hauer (*non* Sow.) —Salinas.

— cf. *spiratissimus* (Quenst.), v. Hauer. —Baños de Alhama.

Amonitas indeterminables.

Natica sp.—Desmontes del ferrocarril cerca de El Chorro. (Muy abundante.)

Nerinea sp.—La misma procedencia. (Común.)

Semipecten (*Hinnites*) *velatus*, d'Orb. sp.—Villanueva del Rosario.

Pecten (*Amusium*) *Stoliczkaei*, Gemm. —Salinas.

Spiriferina rostrata, Schl. sp.—Salinas. (Bastante común.)

Zeilleria Partschii, Opp. sp.—Salinas.

— cf. *Andieri*, Opp. sp.—Salinas. (Bastante común.)

Pygope Aspasia, Menegh.; var. *major*, Zitt.—Salinas.

Rhynchonella Dalmasi, Dum.—Salinas. (Común.)

— *bidens*, Phil.—Villanueva del Rosario.

— *Bouchardi*, Day.—Villanueva del Rosario.

— *triplicata*, Quenst.—Salinas; Los Bosques.

— *serrata*, Sow.—Salinas.

— *furcillata*, de Buch.—Sierra Parapanda.

Pentacrinus sp.—Por todas partes.

Phyllocrinus cf. *alpinus*, d'Orb.—Sierra Parapanda. (Bastante común.)

CAPAS CON HARPOCERAS ALGOVIANUS.

Belemnites sp.—Sierra Elvira.

Lytoceras sp.—Sierra Elvira.

Rhacophyllites lariensis, Menegh. sp.—Sierra Elvira.

Arietites ceras, Gieb. sp.—Sierra Elvira.

- Harpoceras algovianum*, Opp. sp.—Sierra Elvira. (Muy común.)
 — *Bertrandi*, Kilian.—Sierra Elvira. (Bastante común.)
Pygope erbaensis, Suess.—Sierra Elvira.

LÍAS SUPERIOR.

- Belemnites* sp.—Salinas; Noalejo.
Phylloceras sp.—Sierra Elvira.
 — *Nilsoni*, Hébert sp.—Sierra Elvira.
 — *subnilsoni*, Kilian.—Montefrío. (Colec. de Verneuil.)
Phylloceras sp.—Zegri.
Harpoceras radians, Rein. sp.—Sierra Elvira.
 — sp.—Sierra Elvira.
Hildoceras Lecisoni, Simpson sp.—Sierra Elvira; Las Hoyas. (Común.)
 — *Bayani*, Dum. sp.—Sierra Elvira.
 — sp.—Los Bosques; sierra Elvira.
 — *Mercati*, v. Hauer sp.—Sierra Elvira; Montillana.
 — *bifrons*, Brug. sp.—Sierra Elvira; Montillana. (Común.)
Hammatoceras insigne, Schübl. sp.—Entre la venta de Las Navas y Zegri.
Lioceras bicarinatum, Quenst. sp.—Sierra Elvira.
 — *subplanatum*, Opp. sp.—Sierra Elvira. (Bastante común.)
Arietites (*Lillia*) *Lilli*, v. Hauer sp.—Zegri.
Cæloceras mucronatum, d'Orb. sp.—Zegri.
 — *commune*, Sow. sp.—Zegri.
 — *crassum*, Phil. sp.—Zegri.

DOGGER.

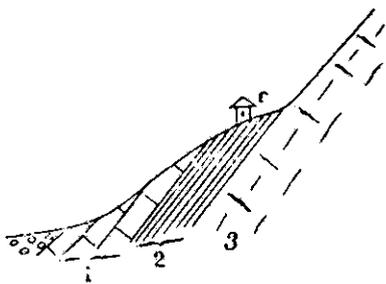
Encima de las capas precedentes se halla ordinariamente una serie de calizas mejor ó peor estratificadas y muy pobres en fósiles, no hallándose restos orgánicos abundantes y bien determinables hasta llegar al nivel de las del Torcal con *Amm. acanthicus*; lo cual nos obliga á designar bajo la denominación un poco vaga de dogger todas las hiladas comprendidas entre las últimas del lías superior y la de la mencionada amonita.

El tramo bayocense se halla bien caracterizado en la sierra Elvira, donde es fácil reconocerle al nordeste de Atarfe, por encima de las

capas toarcienses ya mencionadas como bastante fosilíferas. Subiendo hacia el NE. por las vertientes de la sierra, se ve que, por cima de las margas calizas con *Amm. radians*, *Amm. subplanatus* y *Amm. Levisoni*, asoma una caliza margosa, gris parduzca, bastante dura, que contiene ejemplares del *Amm. Murchisonae* y que forma una hilada de 5 á 6 metros de espesor; sobre la cual descansan unos bancos de losas calizas grisáceas y compactas, en las que hemos recogido numerosos riñones de sílex pardos y rojizos. No dejan de presentarse en estos bancos, que en total alcanzan un espesor de 15 á 20 metros, amonitas mal conservadas, entre las cuales ha reconocido M. Munier Chalmas el *Amm. Humphriesi* en un fragmento de roca procedente de la parte inferior. Á las hiladas superiores las cubren dolomías; sobre éstas va un macizo de caliza blanca, en parte brechoide, y éste da asiento á depósitos neocomienses.

Al nordeste de la sierra Elvira, hacia los límites de las provincias de Granada y Jaén, hemos recogido, en las capas que cubren á las calizas margosas de Montillana, ejemplares típicos del *Ammonites (Ludwigia) Murchisonae*.

Fig. 4.—Corte tomado al pie oriental de la montaña de Las Hoyas, cerca de Loja.



c.—Cortijo.
1.—Dogger.

2.—Lias superior.
3.—Caliza blanca.

En fin, hállase un tercer yacimiento de fósiles bayocenses por cima de las calizas margosas, rojas, toarcienses, del isleo del vallejo del río Frio, al pie de la sierra de Las Hoyas, al oeste de la carretera de Loja á Málaga. (Véase más atrás.) En ese paraje la sucesión de las capas es la representada en la figura 4, ó sea empezando por arriba:

1.—Losas rojizas con *Posidonomya alpina* ⁽¹⁾ y *Harpoceras* sp. (Pudiera ser el *Harp. Murchisonæ* mal conservado.)

2.—Caliza roja margosa con *Hildoceras bifrons* é *Hildoceras Levi-soni*.

3.—Caliza marmórea blanca que constituye la montaña de Las Hoyas.

Fuera de esos tres puntos, no hemos encontrado en ningún otro fósiles bayocenses determinables; pero si hemos reconocido en muchos parajes la presencia de losas calizas muy semejantes á las que en la sierra Elvira contienen el *Ammonites* (*Stephanoceras*) *Humphreisi*, las cuales se desarrollan principalmente al sudeste de la precitada faja liásica, permitiendo su posición estratigráfica referirlas al dogger en todas partes. En Alfarnate es donde ofrecen su máximo desarrollo, pudiéndoselas observar fácilmente sobre el camino que va á ese pueblo desde la venta del mismo nombre, donde forman un isleo rodeado de depósitos numulíticos. En ese punto, las referidas capas descansan evidentemente sobre unas calizas blancas y compactas, que deben ser liásicas, puesto que cubren á margas rojas triásicas. En las losas de que ahora hablamos se hallan muchos destrozos de equinoides y crinoides, y su prolongación nos ha suministrado en el camino de Málaga algunos pentacrinos y rineonelas indeterminables.

Con los mismos caracteres de calizas grisáceas, compactas y bien regladas, esas losas vuelven á encontrarse á izquierda y derecha del camino de Alhama á la venta de Zafarraya, donde nos han suministrado radiolas incompletas de *Rhabdocidaris* y fragmentos de crinoides.

(1) El descubrimiento de la *Posidonomya alpina* en Andalucía acentúa el carácter alpino de las hiladas jurásicas de la región Bética. Es, en efecto, sabido, sobre todo por los trabajos de Oppel (*Ueber das Vorkommen von jurassischen Posidonomyen-Gesteinen in den Alpen; Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft*, 1862), que la *Posidonomya alpina* caracteriza las capas llamadas de Klaus (Klausschichten, v. Hauver), las cuales representan el dogger superior (bayocense superior y batónico) en las inmediaciones de Hallstatt, en Brentonico (Tirol), en los Alpes suizos, en Sicilia (según Gemmelaro) y hasta en las Pertes de fer (Swinitz). Según M. de Tribolet, la *Pos. alpina* se encuentra asociada al *Am. Murchisonæ* en Iselten (Alpes berneses), y esta especie se halla además en el bayocense de Bayena, donde es rara, y por miles en la oolita inferior de las inmediaciones de Saint-Geniez (Bajos Alpes).

des. Ahí dan asiento á dolomias; pero ya sea á consecuencia de alguna falla, ya por efecto de estratificación transgresiva, ello es que entre ellas y los terrenos antiguos de la sierra Tejada parece que el lías falta casi por completo.

Todavía hemos de mencionar esos bancos de losas al oeste de Loja, en un barranco á la izquierda de la carretera de Málaga, así como en la vertiente septentrional del peñón de Los Enamorados, donde sólo ofrecen destrozos de conchas. En Loja se intercalan en ellas algunos lechos delgados de margas pizarreñas.

Aunque este nivel no se presenta bien caracterizado, es bastante constante en cierta parte de la región, por lo cual acaso pueda servir de horizonte de referencia en estudios ulteriores. Por regla general, sustenta una gran masa de calizas blancas, compactas, no tan bien estratificadas como aquellas losas; el cual macizo, blanco y compacto, que representa el mioceno, se extiende por el sudoeste, comprendiendo en sí mismo todos los depósitos jurásicos, hasta el tramo titónico. Es, pues, importante señalar ahora la sierra del Toreal, que, al sur de Antequera, ocupa una posición intermedia y forma el tránsito entre los dos modos de presentarse las capas jurásicas. Por bajo de la caseta de picapedreros, ya mencionada, se encuentran, como hemos dicho más arriba, unas calizas blancas, compactas, con crinoides y coralarios, que referimos al lías medio; siguen á éstas unas losas rojas amonitíferas que representan el *amonítico rosso* (lías superior); hállanse encima unas calizas grises, compactas, bien regladas, análogas á nuestro *dogger*, que dan asiento á un nuevo macizo de capas blancas y oolíticas, y, en fin, sobre este macizo se extiende otro de calizas grumosas y brechiformes, con *Amn. acanthicus*, que termina la serie. El interés particular de esta sucesión, en la que sin duda un estudio más detenido permitirá apreciar con más exactitud diferentes niveles, es que á poca distancia todas sus hiladas van terminándose en bisel para fundirse en un solo macizo oolítico; y esto explica cómo, un poco más al oeste, en el paraje ya mencionado del túnel de El Chorro, no se encuentra, entre el lías con *nerineas* y el titónico, más que un macizo de calizas blancas, sin necesidad de recurrir para ello á interrupciones en la sedimentación ó emersiones sucesivas del suelo.

Pero es un hecho bien curioso el de que, al sur de ese paraje, ó sea precisamente en la comarca donde debiera esperarse que la continuación de los referidos depósitos presentase sus hiladas cada vez

menos diferentes entre sí, se ofrezca un asomo del batónico fosilífero; y esto es tanto más notable cuanto que los yacimientos de esa edad son muy raros en todas las regiones del tipo alpino, á que la nuestra parece asemejarse más que á otra cualquiera.

En el desmante de la salida del túnel núm. 11 del ferrocarril de Bobadilla á Málaga, poco antes de la estación de El Chorro, recogimos, en unas calizas compactas, amarillentas, con manchas azules y venas de margas gris-verdosas:

Helignus polytypus, Desl.,
Terebratula circumdata, Desl.,
Rhynchonella cf. varians, Schl. (Abundante.)

Esas calizas presentan en algunos puntos una estructura brechoide muy especial; forman una gran escarpa en la que se apoyan depósitos numulíticos, y la presencia en ellas del *Helignus polytypus*, tan característico del tramo batónico en Normandía y Provenza, no permite dudar de que ésta sea también su edad.

No es, por lo demás, verosímil que ese yacimiento batónico sea el único que se halle en la región de nuestro estudio: lejos de ello, debe esperarse que por medio de nuevas investigaciones se consiga recoger otros fósiles del mismo tramo en la parte superior de las calizas bien regladas, que más arriba referimos al dogger de un modo general.

RESUMEN.—A pesar de la rareza de fósiles en las capas del jurásico medio de Andalucía, pueden distinguirse en ellas:

1.º Capas con *Harpoceras Murchisonæ* y bancos con *Stephanoceras Humphriesi*, que representan el tramo bayocense. Las primeras contienen, como en los Alpes, *Posidonomya alpina*.

2.º Bancos con *Rhynchonella cf. varians*, *Helignus polytypus* y *Terebratula circumdata* (horizonte de El Chorro), que deben referirse al tramo batónico.

Fósiles recogidos en el dogger.

BAYOCENSES.

Harpoceras (Ludwigia) Murchisonæ, Sow. sp.—Sierra Elvira, Montillana.

- Harpoceras* (*Ludwigia*) sp.—Las Hoyas.
Stephanoceras Humphriesi, Sow. sp.—Sierra Elvira.
Posidonomya alpina, Gras.—Las Hoyas (2 ejemplares).

BATÓNICOS.

- Belemnites* sp.—Desmunte del ferrocarril cerca de El Chorro.
Helignus polytypus, Desl.—Desmunte cerca de El Chorro.
Terebratula circumdata, Desl.—Id. id. id.
Rhynchonella cf. varians, Schl.—Id. id. id.
 — sp. — Schl.—Id. id. id.

JURÁSICO SUPERIOR (MALM) 3).

Las hiladas comprendidas entre el dogger y las capas con *Pygope diphya* ocupan en Andalucía grandes superficies y entran ciertamente en buena parte en la constitución de las sierras calizas de que hemos hablado; pero, á pesar de su gran desarrollo, es muy difícil descubrir, en esos potentes macizos de calizas blancas, bancos que, suministrando algunos fósiles, den al estratigrafo datos precisos acerca del nivel exacto de los diferentes términos.

Sólo en un punto, en El Torcal Alto, cerca de Antequera, tuvimos la suerte de recoger algunos cefalópodos en bastante buen estado de conservación para poderse determinar, los cuales nos revelaron la existencia del horizonte del *Amm. acanthicus* en las cordilleras sub-béticas. Las calizas brechoides y róseas del titónico pasan por su parte inferior á unos bancos grisáceos, también brechoides, que constituyen, en la cumbre del Torcal Alto, una serie de cornisas muy curiosas que, alteradas por las corrosiones atmosféricas, forman un dédalo pintoresco y fantástico por el que se puede errar horas enteras admirando el poder de los agentes naturales que han esculpido hiladas gruesas de mármoles de gran tenacidad y dureza.

Las calizas grisáceas (2), estratificadas con regularidad, del Torcal Alto contienen, sobre todo en sus porciones grunosas, muchas amonitas. En ellas hemos recogido los fósiles siguientes:

(1) *Weisser Jura der roth aussieht.* (O. Fraas.)

(2) Sin duda de Verneuil y Collomb se referian al Torcal al citar, en 1857, un yacimiento de amonitas jurásicas en las inmediaciones de Antequera.

- Belemnites (Hibolites)*, sp.,
Phylloceras aff. *saronicus*, Neum.,
 — sp.,
Haploceras cf. *Fialar*, Opp.,
Racophyllites Loryi, M. Ch.,
Perisphinctes Navillei, Favre (*regalmiciensis*, Gemm.),
 — *Airoldii*, Gemm.,
Simoceras torcalensis, Kilian,
 — *agrigentinus*, Gemm.,
Aspidoceras hominalis, E. Favre,
 — sp.,
Oppelia sp.

Hacia la base (1), se ve muy claramente que los bancos con *Ammonites (Racophyllites) Loryi*, etc., pasan lateralmente á una capa blanca bien cimentada, que forma grandes lentejones en el resto de la sierra del Torcal. Más abajo se encuentran, hacia la caseta de picapedreros, unas calizas bien regladas seguidas de nuevos macizos oolíticos que, aun cuando con toda reserva, referimos al dogger.

La colección de Verneuil nos ha suministrado tres amonitas del Torcal: una del grupo de los *Perisphinctes*, muy mal conservada; otra que puede referirse al *Amm. compsus (Oppelia compsus)*, y un ejemplar muy bonito del *Amm. (Peltoceras) Fauquei*. Álvarez de Linera mencionó El Torcal calificándolo de «un verdadero laberinto de Creta:» en el Camorro, dice, se halla una caliza con amonitas y terebratulas, con la que se labran tableros de mármol para mesas. Don Domingo de Orueta señaló al pie del Torcal una arenisca que, según él, contiene *Gripva virgula* y *Ostrea deltoidea*, sobre la cual se extendería el titónico. No hemos podido encontrar esa hilada, cuya existencia nos parece dudosa en el paraje referido, inclinándonos á creer que la indicación del Sr. Orueta se fundó en algún error de determinación.

(1) En los Bajos Alpes, cerca de Saint-Geniez, el titónico con *Terebratula janitor* descansa sobre calizas brechoïdes análogas á las del Torcal Alto y con una fauna muy afine á la de éstas. Por debajo de aquellas aparecen las capas con *Amm. polyplacus*. Es de notar también que la fauna del Torcal Alto es la misma que la que M. E. Favre señaló en los Voirous y en los Alpes de Fribourg (zona del *Amm. acanthicus*) y que la que caracteriza, según Gemmelaro, las capas inmediatamente inferiores al titónico en Sicilia ó Italia.

Este mismo geólogo nos enseñó en Málaga algunos ejemplares del *Amm. (Aspidoceras) perarmatus*, procedentes del Torcal Alto.

El laberinto del Torcal fué objeto, en el *Quarterly Journal*, de una descripción detallada, más topográfica que geológica, debida al referido Sr. de Orueta. El autor figura tres amonitas jurásicas recogidas en la sierra dicha y pertenecientes al malin, las cuales creyó Monsieur Etheridge poderlas referir á los

Amm. Achilles (fig. 1).

— *transversarius* (fig. 2).

— *perarmatus*, var. *catena*, d'Orb. (fig. 3)

En una discusión que siguió á la lectura del escrito del señor de Orueta en la Sociedad geológica de Londres, M. Blake defendió que las amonitas de la sierra del Torcal, á que se hacia referencia, corresponden á especies cretáceas; pero de nuestras investigaciones resulta lo que vamos á exponer:

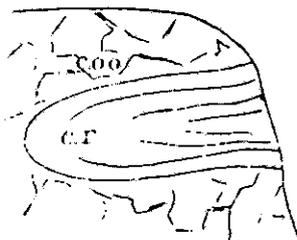
La figura 1 del trabajo del Sr. de Orueta se parece mucho al *Amm. agriqentinus*, Favre (non Gemm.); pero hemos encontrado en las capas del horizonte del *Amm. acanthicus* del Torcal Alto un ejemplar con el que uno de nosotros ha fundado el *Simoceras torcalense*, y á esta nueva especie corresponde sin duda alguna el individuo que el autor malagueño hizo representar. El de la figura 2 corresponde á una forma que con frecuencia se ha referido efectivamente al *Amm. transversarius*, Quenst. (*Amm. Poucasianus*, d'Orb.), y con este nombre se ha figurado por Gemmellaro (*Sobra alcune faune giuresse e liasiche*, lám. XIII, figs. 1 y 2, y lám. XXI, fig. 16); pero, como se distingue del referido *Amm. transversarius* por poseer menos costillas y más rectas, nosotros proponemos darle el nombre de *Peltoceras Fouqueti*, Kilian (nov. sp.) En fin, la concha representada en la figura 3 parece que no se hallaba en buen estado de conservación; y aunque su examen no basta para llegar á una determinación definitiva, puesto que se asemeja al *Aspidoceras nobile*, Neumayr, y al *Asp. eucyphum*, Opp. sp., puede asegurarse que no pertenece al *Amm. perarmatus*.

Cerca del Torcal encontramos, en una caliza rósea brechoide que se extiende á lo largo de la carretera vieja de Antequera á Málaga, un coralarío de gran talla, que, según M. Koby, á quien rogamos su determinación, corresponde con toda seguridad al *Calamophyllia fla-*

bellum, Blainv., que caracteriza en el Jura bernés el epicoralino y el astartífero.

Muy importante sería volver á encontrar y precisar la posición de las hiladas del Torcal en que el Sr. de Orueta obtuvo un ejemplar del *Ann. perarmatus*, que figura en su colección; pero nosotros no pudimos consagrar más que un día al estudio de esa sierra, y nada tiene de particular no sólo que no tropezáramos con ellas, sino que no pasáramos cerca de las mismas en el único itinerario que hicimos á través del macizo, porque, lo mismo que sucede con el lias y el dogger de esta localidad, según ya lo hemos hecho notar, todas las capas gruesas y bien estratificadas del macizo son lenticulares, resultando que junto á los bancos amonitíferos surgen bruscamente, á modo de arrecifes, masas oolíticas y compactas con estratificación confusa. Unas veces los bancos más margosos van á empotrarse en bisel en esas masas (fig. 5); en otras ocasiones hay tránsito lateral insensible de los unos á las otras, porque los primeros aumentan poco á poco de compactidad, cargándose al mismo tiempo de crinoides.

Fig. 5.—Corte tomado al sur de la carretera vieja, cerca de Antequera.



c.o.—Caliza oolítica.

c.r.—Caliza margosa terminada en bisel.

La sierra del Torcal es el único paraje en que hemos observado esas intercalaciones amonitíferas en el mar; en todos los demás esta división se halla representada por calizas blancas, compactas, casi sin fósiles, á veces oolíticas y difíciles de distinguir de las del lias medio. Su máximo desarrollo lo muestran en la sierra de Las Cabras, al sur de Loja, formada uniformemente por ellas, prescindiendo de los ejes de algunos pliegues anticlinales y sinclinales en que

respectivamente aparecen calizas bien estratificadas del dogger ó el titónico con el neocomiense (1). El espesor del malm en esa sierra no puede valuarse en menos de 200 ó 500 metros.

En la de Zafarraya, más al sur, el espesor de las calizas del malm, en las que se encuentran acá y allá algunas riuconelas mal conservadas, es menor ó, por lo menos, se intercalan en ellas hiladas gruesas de dolomías. Esas calizas blancas toman á veces un aspecto coralígeno bien acentuado; por cima del cortijo de Guaro contienen coralaris y nerineas en mal estado; en Zafarraya, algunos destrozos de gosterópodos; entre Villanueva del Rosario y Alfarnate, coralaris y equinoides, y son oolíticas cerca de Montefrío, en la carretera de Loja. Sobre ellas se apoya, ya el titónico, ya el neocomiense; pero no creemos que esto se deba á un efecto de estratificación transgresiva, sino más bien á tránsitos laterales ó á resbalamientos de las hiladas margosas. Como quiera que sea, nosotros hemos extraído una radiola de *Hemicidaris crenularis* de unos bancos cuya porción superior pasa lateralmente al titónico en las inmediaciones del cortijo de Carrión, al sudoeste de Zafarraya.

Agregaremos para terminar que hemos visto en la colección de Verneuil un ejemplar de *Amm. himantulus* en ganga roja, cuya etiqueta dice que procede de las cercanías de Cabra; indicación valiosa para nuevas investigaciones, una vez que uno de nosotros solo ha visto en esa localidad calizas oolíticas blancas cubiertas por el titónico.

RESEMEN.—Las capas de la región que hemos estudiado comprendidas entre el horizonte del *Amm. Humphriesi* ó aun, si se quiere, entre el lias superior y las hiladas con *Amm. transitorius* y fauna titónica (*klippenkalk*), son muy pobres en fósiles y se comprenden en un conjunto de calizas blancas muy duras, que á trechos (Torcal, Cabra, Baños de Vilo) presentan accidentes coralígenos (2).

Los fósiles recogidos en algún punto permiten afirmar que la porción superior de ese conjunto corresponde al nivel del *Amm. acanthi-*

(1) El Sr. Gonzalo y Tarín menciona en este macizo jurásico, al sur de Loja, una caliza con granos de cuarzo, que no hemos podido descubrir.

(2) Hausmann, cuyas observaciones eran de gran exactitud, notó ya esas hiladas particulares, y con gran sagacidad atribuyó en 1842 el aspecto particular de las sierras calizas que ocupan el límite de las provincias de Granada y Jaén á la naturaleza coralígena (*corallische*, Gruppe des Jura) de sus rocas, que parece refería al terreno jurásico.

eus (zona de los *Amm. tenuilobatus* y *Amm. polylocus*), y en las intermediaciones de Zafarraya esas calizas blancas, íntimamente relacionadas con hiladas titónicas, hacen recordar las de Stramberg, Rougon é Inwald, ya que de ellas procede una radiola que, según M. Cotteau, pertenece con gran probabilidad al *Hemicularis crenularis*.

Aparte de esto, el estudio de los ejemplares conservados en las colecciones del Sr. de Orueta, en Málaga, y de M. de Verneuil, en la Escuela de Minas de París, hace deducir la presencia en Andalucía de otros dos horizontes fosilíferos inferiores al mencionado, ó sean el del *Amm. perarmatus* ó zona del *Amm. transversarius*, y el del *Amm. bimammatus* ⁽¹⁾.

Fósiles recogidos en el jurásico superior.

- Belemnites* (*Hibolites*) sp.—Torcal Alto.
Aptychus, del grupo del *punctatus*, Voltz.—Collado de Zafarraya.
 — del grupo de los *lanellatus*.—Illora.
Phylloceras cf. *saxonicum*, Neumayr.—Torcal Alto.
 — sp.—Torcal Alto.
Rhacophyllites Loryi, Mun. Ch. sp.—Torcal Alto.
Haploceras cf. *Fiolar*, Opp. sp.—Torcal Alto.
 — sp.—Torcal Alto.
Perisphinctes Navillei, Favre (*P. regalmiciensis*, Gemm.)—Torcal Alto.
 — *Airoldi*, Gemm.—Torcal Alto.
 — sp.—Caseta de picapedreros.
Simoceras torcalense, Kilian.—Caseta de picapedreros.
 — sp. (vecino del *contortum*, Neum.)—Caseta de picapedreros.
 — cf. *agrigentinum*, Gemm.—Cabra. (Colección de M. de Verneuil.)
Oppelia Compsa.—Cabra. (Colección de M. de Verneuil.)
 — *Holbeini*, Opp. sp.—Cabra. (Colección de M. de Verneuil.)
 — sp.—Torcal Alto.
Aspidoceras hominale, E. Favre.—Torcal Alto.
 — sp.—Torcal Alto.

(1) Según el Sr. Mac Pherson, el jurásico de la provincia de Cádiz tiene una composición casi idéntica á la que aquí indicamos.

Peltuceras Fouqueti, Kilian.—Torcal Alto. (Colección de Verneuil.)
 — *bimammatum*, Quenst. sp.—Cabra. (Colección de M. de Verneuil.)

Nerineas en trozos interminables.—Muchos parajes.

Rhychonella, cf. *subcariabilis*, Dav.—Cortijo de Guaro (sierra de Zafarraya).

Hemicidaris crenularis, Lam.—Cortijo de Guaro (sierra de Zafarraya).

Además el Sr. Mallada cita en su Sinopsis el *Belemnites hastatus*, Blainv., en Loja y Alhama.

TITÓNICO.

CAPAS CON PERISPHINCTES TRANSITORIUS Y PYGOPE DIPHYA.

HISTORIA.—Llegamos por fin á un tramo conocido y citado en Andalucía desde hace mucho tiempo. Las hiladas fosilíferas del titónico pueden, con justo título, considerarse como el horizonte de los terrenos secundarios más constante y más rico en restos orgánicos en la región de que hablamos, y así es que ninguno de los geólogos que la han visitado ha dejado de observar las calizas con *Pygope diphya* y *Amn. transitorius* que en ella se hallan.

De Verneuil, en particular, reunió una hermosa colección de fósiles de ese terreno. En la segunda edición de su mapa de España, corregido después de un viaje que el autor hizo acompañado de M. E. Favre, señaló el titónico en Cabra, Illora é inmediaciones de Antequera; y en la noticia que publica, referente á la explicación de ese mismo mapa, mencionó en Cabra, aparte de la *Ter. diphya*, los *Aptychus latus* y *lamellosus* y los *Ammonites ptychoicus*, *silesiacus*, *Calisto* y cf. *plicatilis*.

El Sr. de Orueta ensayó después, en su mapa de la porción septentrional de la provincia de Málaga, la separación, muy difícil de establecer sobre el terreno, del titónico y el jurásico propiamente dicho; pero comprendió en aquél una parte de los isleos cretáceos de la comarca.

El Sr. Mallada, que señala como ofreciendo buenos asomos titónicos el cerro de Las Monjas, al sudsudeste de Loja, Carcabuey, Priego, sierras de Las Cabras, Gorda de Santa Lucía y de Marchamonas, y las inmediaciones de Antequera, algunos de los cuales yacimientos se han estudiado por él mismo, ha hecho figurar para la

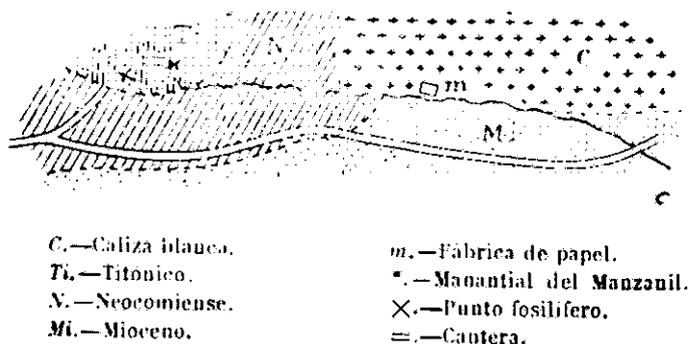
Sinopsis de que es autor un número considerable de tipos fósiles procedentes de dicho terreno.

Descripción de las capas.

Las calizas titónicas son generalmente duras, compactas, marmóreas y de estructura brechoide, y están por lo común coloreadas de rojo por el óxido de hierro. Por la naturaleza especial de la roca y el modo de conservarse en ella los restos orgánicos, esas calizas reproducen exactamente los caracteres de las bitudas del mismo horizonte en las islas Baleares, Provenza, Alpes franceses y austriacos, Sette Comuni, Carpatos, Apeninos, Sicilia y Argelia. La semejanza, por ejemplo, de las calizas titónicas de Loja con las de la misma edad de las Baleares y de las Sette Comuni (Italia), es tal que, si se ignora la procedencia de ejemplares de unas ú otras tomados al azar, sería imposible distinguirlos.

Donde sin género de duda pueden estudiarse mejor las capas titónicas, dentro del campo de nuestras exploraciones, es en el paraje en que en el cerro de Las Monjas, á unos tres kilómetros al sud-sudeste de Loja, brota el abundante manantial del Manzanil (Monachil de algunos mapas), cuya posición se indica en la figura 6.

Fig. 6.—Plano del yacimiento fosilífero de Loja.



Si, marchando por la carretera de Loja á Granada, se toma, á la derecha, en las inmediaciones del cementerio de la primera de esas dos ciudades, el sendero que, atravesando la sierra de Las Cabras,

se dirige á Zafarraya, pronto se dejan los depósitos tortomenses, que forman el subsuelo del cementerio, para llegar al borde de la sierra jurásica. Siguiendo en ésta, agua arriba, por las márgenes del arroyo Manzanal, aparecen desde luego (V. figs. 6 y 7) unos bancos gruesos

Fig. 7.—Corte al sudeste del cementerio de Loja.



- a".—Caliza blanca, margosa.
 a'.—Dolomías y calizas blancas.
 a.—Caliza titónica fosilífera con *Ter. diphyæ*.
 b.—Neocomiense margo-calizo con *Amm. infundibulum* y *Amm. Astieri*.
 c.—Gravas miocenas.
 =.—Cautera.
 °.—Manantial del Manzanal.

de calizas blancas, compactas, de fractura astillosa, no tardándose en observar que á esas calizas cubren dolomías blancas que, ocupando gran espesor, forman una bóveda cuyo eje lo constituyen bancos de caliza margosa; continuando hacia el manantial del arroyo referido, se corta la vertiente meridional de la bóveda mencionada, que es bastante brusca, y se nota que á las inmediaciones del mismo manantial, después que se ha dejado atrás una fábrica de papel, por allí establecida, las capas resultan casi verticales, y que á las calizas blancas suceden hiladas de margas calizas gruesas con *Amm. (Plylloceras) infundibulum*, plegadas en abanico, las cuales asoman sobre la orilla derecha del arroyo. Los cantos, fáciles de quebrar, que de las mismas margas calizas se hallan esparcidos por aquellos campos, nos han suministrado *Amm. (Holcostephanus) Astieri* y otras especies neocomienses. Las hiladas con *Amm. infundibulum* y *Amm. Astieri* descansan, en estratificaciones perfectamente concordantes y sin ningún otro término intermedio, sobre las calizas titónicas que se explotan para piedra de talla en una cañera situada junto al mismo manantial del Manzanal, viéndose perfectamente en esa cañera el contacto de unas y otras capas. Las calizas titónicas son generalmente blancas ó róseas, brechoides, y se dividen en losas; pero se ofrecen algunos bancos manchados de rojo, separados entre si por le-

chos delgados de margas de estructura arrionada, que á veces muestran un color de heces de vino muy pronunciado.

En estas calizas puede recogerse abundancia de

- Aptychus Beyrichi*, Opp.,
- *punctatus*, Voltz.,
- Lytoceras quadrisulcatum*, d'Orb. sp.,
- *municipale*, Opp. sp.,
- Phylloceras ptychoicum*, Quenst.,
- *silesiacum*, Opp. sp.,
- Perisphinctes transitorius*, Opp. sp.,
- *rectefurcatus*, Zitt.,
- *geron*, Zitt.,
- Hoplites* cf. *privasensis*, Pictet sp.,

al lado de otro gran número de especies que se mencionan al final de este artículo. En los bancos rojos encontramos muchos ejemplares de *Pygope dyphia* y *Py. triangulus*, y otro de caliza blanca se nos mostró muy rico en *Holcostephanus Grotei*, Opp. sp.; *Aspidoceras longispinum*, Sow. sp.; *Hoplites Vasseuri*, Kilian, y *Hoplites Malbasi*, Pictet sp.

Avanzando por el camino que conduce á Zafarraya, se observa que las calizas titónicas con *Amm. ptychoicus*, *Amm. elimatus*, *Amm. transitorius*, etc., muy fosilíferas, forman eminencias que sobresalen de las margas neocomienses que las rodean, produciendo un efecto, aunque sólo aparente, de discordancia de estratificación entre los dos sistemas, y asimismo aquéllas reaparecen en muchos sinclinales del macizo jurásico que en la sierra de Las Cabras, al sur de Loja, alcanza la altitud de 1644 metros.

El Sr. Gonzalo y Tarín ⁽¹⁾ ha mencionado en esa sierra y en la Gorda de Santa Lucía:

- Amm. ptychoicus*;
- *isotypus*;
- *arduennensis*;
- *silesiacus*;

(1) Este geólogo recogió en el titónico de Loja: *Amm. mediterraneus*, *transitorius*, *municipalis*, *Groteanus*, *quadrisulcatus*, *silesiacus*, *Kallikeri* (?) y *Erato* (?), y *Belem. hastatus*; y en el cortijo Azafrancero: *Amm. transitorius* y *microcanthus*, *Aptychus punctatus* y *Belem. hastatus*.

Amm. liparus (?);
— *arolicus* (?).

No lejos del cortijo de Las Chozas, pronto se encuentran, su-
biendo por la sierra que á levante se alza, bancos calizos, fosilíferos,
del titónico, con *Amm. ptychoicus*, *Amm. Chalmasi*, *Amm. subtilis*,
Amm. biruncinatus, etc., ofreciendo la circunstancia de que lateral-
mente pasan á unas calizas margosas amarillentas, cuyo carácter
esencial es el ser muy nodulosas (1), sin que pueda quedar duda acer-
ca de esa transformación porque allí las capas se muestran bien des-
cubiertas. Esto es tanto más importante de notarse cuanto que in-
mediatamente vamos á volver á señalar, por bajo del neocomiense
con *Amm. Tetys* de las inmediaciones del puerto de Zafarraya, esas
mismas capas nodulosas pasando insensiblemente, junto al lugar de
ese mismo nombre, á calizas blancas coralígenas con *Hemicidaris*
crenularis. Opinamos, en efecto, que deben referirse al tramo titóni-
co las calizas que asoman en la vertiente meridional de la sierra de
Zafarraya, las cuales parece que en el puerto de Guaro cubren á una
potente masa de calizas blancas y dolomías, puesto que esa opinión
se confirma por el hecho de que en los cantos calcáreos, que se hallan
esparcidos por cima del cortijo de igual denominación á la del puerto
acabado de citar, hemos recogido *Amm. (Perisphinctes) colubrinus* y
Haploceras sp. Esas hiladas titónicas continúan, por el puerto de Za-
farraya, hasta el cortijo Azafranero, en la extremidad occidental de
la sierra Tejeda, pudiéndose observar con toda claridad que á las in-
mediaciones del puerto de Zafarraya pasan á constituir capas nodu-
losas que á su vez, como hemos dicho hace un momento, se con-
funden con el macizo de calizas blancas con radiolas de *Hemicidaris*
crenularis, que forma la sierra. Los bancos bien estratificados reapar-
recen muy fosilíferos, con *Amm. ptychoicus*, *Amm. transitorius*,
Amm. municipalis, *Amm. volanensis* y *Aptychus punctatus*, en el cor-
tijo Azafranero.

(1) Es interesante apuntar que en Francia, en Chardavon y en Jas-de-
l'Erable (Bajos Alpes), unas calizas nodulosas del todo idénticas á las del
cortijo de Las Chozas, forman un horizonte constante por cima de las capas
con *Ter. janitor*. Dichas calizas van en esos parajes asociadas á unos bancos
brechoides semejantes á los que también en España se encuentran cerca de
Cabra (V. más adelante *El yacimiento titónico de la fuente de Los Frailes*,
por M. Kilian), y continúan hacia arriba hasta la mitad inferior de las cali-
zas de Berriat. (V. para este asunto *Ann. Soc. géol.*, tomo XIX, pág. 146.)

En el Torcal Bajo se ofrecen, por bajo de margas neocomienses y encima de bancos bien estratificados del nivel del *Amm. acanthicus*, hiladas calcáreas róseas con *Amm. ptychoicus*; siendo además probable que, por lo menos en gran parte, pertenezcan también al titónico, cuyo espesor va aumentando hacia el sudoeste, las calizas que forman la sierra del Camorro, la que domina al cortijo de Los Álamos y toda la serie de alturas que se extiende desde el Torcal á Gobantes.

La sierra de Abalajis, por ejemplo, está formada por calizas blancas que, hacia la cumbre, contienen *Phylloceras* y *Haploceras* titónicos, apareciendo entre los pliegues que esas calizas forman diversos isleos neocomienses. En los desmontes del ferrocarril, entre Gobantes y El Chorro, hemos recogido *Aptychus punctatus* y *Amm. ptychoicus* en una caliza rósea en bancos gruesos que asoma á la inmediación del túnel núm. 7, y después, cerca del túnel núm. 9, en un paraje donde la vía atraviesa bancos verticales de un aspecto muy pintoresco y donde aparece una grieta gigantesca, paralela á los planos de estratificación, pueden recolectarse multitud de *Amm. silesiacus*.

Por último, en el litoral, á levante de Málaga y de El Palo, cerca del cortijo del Cantal, hay abiertas canteras en una caliza rósea, brechoide, que asimismo referimos al titónico. Esa caliza descansa sobre otras blancas y compactas, y la cubre un depósito, poco extenso, de pizarras rojas, margosas, probablemente neocomienses. Austed señaló en San Antón, junto á Málaga, un mármol cretáceo con belemnitas; pero podemos asegurar que las únicas hiladas que en la costa pueden referirse al neocomiense propiamente dicho son las pizarras rojas acabadas de citar. Los mármoles mencionados por Austed son sin duda las calizas róseas, cubiertas por esas repetidas pizarras en el cortijo más arriba mencionado, y que reproducen de un modo notable los caracteres de las calizas titónicas, tal como se presentan en las cordilleras subbéticas. Hemos de agregar aún que el titónico debe ser fosilífero en algunos puntos del litoral, porque hemos visto en la colección de M. de Verneuil un fragmento rodado de amonita, de aspecto titónico, procedente de un conglomerado de Torre del Cantal, cerca de Málaga. Ese fragmento pertenece á una especie del grupo del *Amm. transitorius*.

Pero donde seguramente las capas de que hablamos alcanzan su máximo desarrollo es á la inmediación de Cabra (Córdoba). La riqueza excepcional en fósiles del yacimiento de la fuente de Los Frai-

les, conocido desde hace tiempo de todos los que se han ocupado en la fauna titónica, hacen de ese paraje uno de los más interesantes de Andalucía. Más adelante da motivo á una descripción detallada, limitándonos aquí á resumir los resultados que de ella se desprenden, á saber:

1.º El titónico descansa cerca de Cabra sobre una caliza blanca oolítica.

2.º Los depósitos de ese tramo pueden dividirse en dos horizontes que contienen un gran número de especies comunes, entre las que se encuentran las *Pygope diphya* y *Pyg. janitor*; pero mientras que el superior ofrece una serie de formas características de la caliza de Berrias (*Hoplites* del grupo de los *H. Chaperi*, Pictet; *H. Malbosi*, Pict.; *Holcostephanus Negreli*, Math.; *Bolem. latus*), ya no se encuentran en él ciertos tipos muy notables del horizonte inferior (*Aspidoceras longispinum*, Sow. sp.; *Rhacophyllites Loryi*, M. Ch.; *Perisphinctes colubrinus*, *Simoceras*, etc.).

3.º En muchos puntos de las inmediaciones de Cabra se ve que el titónico se termina por arriba en una brecha de elementos removidos y rodados con *Aptychus punctatus*, fragmentos de crinoides, etc., á la cual cubren directamente hiladas margosas con *Amn. Astieri* (1).

4.º Á pesar de las apariencias de discordancia de estratificación debidas á resbalamientos locales, el neocomiense margoso descansa concordante sobre las calizas con *Amn. transitorius* de las cercanías de Cabra.

Según el Sr. Mac Pherson, el titónico sigue con el mismo aspecto y la misma forma por la provincia de Cádiz (2), en la que encierra numerosos braquiópodos. Hermite señaló en las islas Baleares la presencia de calizas titónicas con una fauna casi idéntica á la que acabamos de citar. Hemos tenido ocasión de examinar en las colecciones de la Sorbonne los ejemplares recogidos por Hermite, y á su vista nos hemos convencido de que, tanto desde el punto de vista litológico-

(1) Debemos notar que esa brecha con elementos y fósiles rodados es idéntica á la que M. Ebcay ha reconocido en Francia desde Cirin (Ain) hasta Berrias (Ardèche), y á la que M. Kilian ha encontrado hace poco formando un nivel constante en el titónico y en la base de las capas de Berrias en la montaña de Lure, en Sisteron y Chardavon, cerca de Castellane (Bajos Alpes), en la Drôme, etc.

(2) *Bosquejo geol. de la prov. de Cádiz*, 1872.

co, como desde el paleontológico, las capas con *Amm. transitorius* de las Baleares y de Andalucía son completamente idénticas.

RESUMEN.—Las hiladas de aspecto pelágico y fauna de transición, conocidas generalmente con el nombre de tramo titónico, presentan en Andalucía gran desarrollo. Esas hiladas contienen, además de cierto número de especies que les son peculiares, ciertos tipos, tales como *Amm. Loryi*, *Amm. longispinus (iphicerus)*, *Amm. colubrinus*, que indudablemente son jurásicos, asociados á otros cretáceos, tales como los *Amm. semisulcatus (ptychoicus)*, *Amm. Calypso (silesiacus)*, etc. En algunos parajes puede distinguirse un horizonte inferior con afinidades jurásicas, y otro superior que las tiene cretáceas (*Holcostephanus* y *Hoplites*); pero siempre á esos dos niveles los relaciona un gran número de especies comunes, tales como las *Aptychus latus*, *Apt. punctatus*, *Apt. Beyrichi*, *Amm. quadrisulcatus*, *Amm. Juilleti (sutilis)*, *Amm. Honorati (municipalis)*, *Amm. semisulcatus (ptychoicus)*, *Amm. Calypso (silesiacus)*, *Amm. Kochi*, *Amm. transitorius*, *Pygope diphya* y *Pyg. janitor*.

Ya hemos llamado la atención acerca de la brecha con que termina este tramo, la cual existe con frecuencia, aun en los puntos en que no se ha conservado la fauna titónica en la parte alta de las calizas blancas.

Fósiles recogidos en el titónico de las provincias de Granada y Málaga (1).

Sphenodus Virgai, Gemm. (Diente de).—Loja.

Aptychus Beyrichi, Opp.—Illora, Loja. (Bastante raro.)

- *punctatus*, Woltz.—Cortijo Azafranero, desmontes de Gobautes, Loja. (Abundante.) Mencionado en Albama por el Sr. Mallada.

Lytoceras quadrisulcatum, d'Orb. sp.—Loja, cortijo Azafranero, cortijo de Las Chozas. (Común.)

- *Liebigi*, Opp. sp.—Loja.

- *Juilleti*, d'Orb. sp. (*sutile*, Opp. sp.)—Las Chozas, Loja.

(1) Prescindimos aquí de la larga lista de las especies recolectadas por M. Kilian en el titónico de Gabra, que se mencionan en otro lugar.

Lytoceras Honorati, d'Orb. sp. (*municipale*, Opp. sp.)—Loja, cortijo Azafranero.

— sp.—Entrada al túnel núm. 9 entre Gobantes y El Chorro.

Phylloceras semisulcatum, d'Orb. sp. (*ptychoicum*, Quenst.)—Loja, al norte de Las Chozas, sierra de Abdalajís, cortijo Azafranero. (Muy común.)

— *Calypso*, d'Orb. sp. (*silesiacum*, Opp. sp.)—Loja, desmontes de Gobantes. Común.)

— *Kochi*, Opp. sp.—Loja.

Haploceras Stasyezii, Zeuschn. sp.—Loja.

— *elimatum*, Opp. sp.—Loja.

— *carachtheis*, Zeuschn. sp.—Salida del túnel núm. 9 entre Gobantes y El Chorro.

— sp.—Derrubios al norte del cortijo de Guaro.

Rhacophyllites Loryi, M. Ch. sp.—Loja, entrada al túnel núm. 9 del ferrocarril de Málaga.

— *Levyi*, Kilian.—Loja (un ejemplar).

Oppelia sp.—Loja.

Perisphinctes colubrinus, Rein. sp.—Guaro, Loja, cortijo Azafranero, Las Chozas, desmontes de Gobantes. (Bastante común.)

— *transitorius*, Opp. sp. (típico).—Loja, cortijo Azafranero, desmontes de Gobantes. (Común.) Se cita en Alhama por el Sr. Mallada.

— *geron*, Zittel.—Loja, sierra de Zafarraya, entrada al túnel núm. 9 del ferrocarril de Málaga.

— *rectefurcatus*, Zittel.—Loja.

— *Fischeri*, Kilian.—Loja.

— *Lorioli*, Opp. sp.—Loja.

— *senex*, Opp. sp.—Loja, desmontes de Gobantes.

— *Chalmasi*, Kilian.—Al norte de Las Chozas, Loja.

— *Richteri*, Opp. sp.—Loja.

— *fraudator*, Quenst. sp.—Loja, Illora.

— sp.—Al norte de Las Chozas.

Simoceras volanense, Opp. sp.—Loja, cortijo Azafranero.

— *birumcinatum*, Quenst. sp.—Al norte de Las Chozas.

— sp. (grupo del *S. Doublieri*, d'Orb. sp.)—Entrada al túnel núm. 9 del ferrocarril de Málaga.

— cf. *venetianum*, Zitt. sp.—Loja.

- Simoceras rachystrophum*, Gemm.—Las Chozas.
Holcostephanus Grotei, Opp. sp.—Loja.
 — cf. *pronus*, Opp.—Loja.
Hoplites Malbosi, Pictet sp.—Loja.
 — *Kaellikeri*, Opp. sp.—Loja.
 — *microanthus*, Opp. sp.—Loja, Illora.
 — *Andreari*, Kilian.—Loja.
 — *progenitor*, Opp. sp.—Loja.
 — *symbolus*, Opp. sp.—Loja.
 — *Vasseurii*, Kilian.—Loja.
 — *Botetta*, Kilian.—Loja.
 — *privasensis*, Pictet sp.—Loja.
 — sp. (vecino del *Amm. emlichotomus*, Zitt.)—Loja.
Peltoceras Edmundi, Kilian.—Loja.
Aspidoceras longispinum, Sow. sp.—Loja.
 — *Bojovaitense*, Zechner sp.—Loja.
 — *avellanum*, Zitt.—Loja.
 — *Schilleri*, Opp. sp.—Loja.
Pygope diphya, F. Col. sp.—Loja. (Bastante común).
 — *triangulus*, Lam. sp.—Loja (1).

Esta fauna comprende, entre otras, además de un gran número de formas comunes á las dos divisiones que M. Zittel distingue en el titónico, diez que son especiales á la inferior de esas divisiones y ocho que, según el autor referido, sólo se encuentran al nivel de las calizas de Stramberg. Puede, pues, decirse, al ver que en Andalucía se asocian en unas mismas hiladas los *Haploceras Staszczii*, *Rhacophyllites Loryi*, *Perisphinctes colubranus*, *Per. qeron*, *Per. rectefurcatus*, *Simoceras biruncinatum*, *Sim. venetianum*, *Aspidoceras longispinum*, *Asp. avellanum*, *Pygope diphya* y *Pyg. triangulus*, con los *Perisphinctes senex*, *Per. fraudator*, *Per. Loryi*, *Hoplites Kaellikeri*, *Hop. progenitor*, *Hop. privasensis*, *Holcostephanus Grotei* y *Hole. cf. pronus*, que en nuestra región se ofrece una mezcla más ó menos completa de las dos faunas titónicas que en otras comarcas se consideran como distintas; resultado análogo al que obtuvieron en el Vero-

(1) En la Sinopsis del Sr. Mallada se citan además en Loja: *Amm. Brato*, *Amm. liparus*, *Amm. mediterraneus*, *Amm. isotypus*, *Amm. macrotelus* y *Amm. arolicus*.

nesado los Sres. Nicolis y Parona. Debe agregarse que M. Kilian ha encontrado en Cabra el *Pygope diphya* asociado al *Pyg. janitor*.

Finalmente, hemos de hacer notar que en el titónico de Loja se presentan los *Hoplites Mulbosi*, Pictet sp., y *Hop. privasensis*, Pictet sp., que son especies berriasenses, y que en la parte superior del mismo tramo abundan en Cabra las formas del de Berrias asociadas á otras más antiguas, tales como *Pygope diphya*, *Pyg. triangulus*, *Pyg. Bouci*, *Hemicularis Ziguoi*, *Perisphinctes transitorius*, etc.

TERRENO CRETÁCEO.

NEOCOMIENSE.

HISTORIA.—Este tramo se halla bastante bien representado en el territorio que hemos explorado; pero, aun cuando mencionado desde hace tiempo en el norte de Andalucía (inmediaciones de Cabra), su presencia en las montañas de Granada y Málaga no se ha señalado hasta ahora de una manera cierta. En 1854 mencionó Ami Boné, y después Cook, la presencia del cretáceo en el camino de Málaga á Antequera; en la breve noticia que acompaña á la segunda edición del Mapa geológico de España, de Verneuil hace observar que á las capas con *Fer. diphya* de las cercanías de Cabra cubren unas margas blancas con *Belem. latus* y *Aptychus Didayi*, y que al sur de Alcalá la Real el neo comiense está representado por margas con el mismo *Belem. latus* y amonitas pequeñas, llamando al mismo tiempo la atención acerca de la analogía de esa sucesión con la que se observa en la Alta Italia; el Sr. Mallada no señala asomos neocomienses en su bosquejo de la provincia de Córdoba (1880); y aunque el señor de Oruela aplicó la palabra de *creta* á ciertas hiladas de las inmediaciones de Molina y de Fuentepiedra y del norte de Archidona, fué en su sentido puramente petrológico, puesto que en realidad esas capas son mucho más recientes que las cretáceas.

La Comisión española para el estudio de los terremotos de Andalucía mencionó en su informe la existencia del neocomiense al norte de las provincias de Granada y Málaga, pero sin entrar en detalles sobre la constitución de ese terreno, ni apoyar su aserto con la cita de fósiles; y después han citado también el terreno cretáceo, en la comarca conmovida por aquellos terremotos, los Sres. Taramelli y Mercalli, para quienes el neocomiense estaría representado por margas con *Aptychus* y calizas margosas, y la creta por margas y cali-

zas variadas que comparan con la *scaglia* (puerto de Periana, cuenca de Alfarnate, Archidona, etc.)

Nosotros hemos tenido la suerte de encontrar en la zona subbética una colección de fósiles que hace indudable la existencia en ella del neocomiense del tipo margoso ó fangoso.

Descripción de las capas.

Según nuestro modo de ver, y desde luego muestra nuestro mapa, las pizarras y calizas margosas del cretáceo inferior distan mucho de formar únicamente isleos insignificantes en las cordilleras Subbéticas, puesto que los depósitos de esa edad, aun cuando por lo general de poca extensión, son numerosos é importantes.

Por de pronto, las hiladas margo-pizarreñas que constituyen este tramo en las cordilleras referidas es bastante notable para que debamos detenernos en ellas. Sabido es que esas repetidas cordilleras están formadas esencialmente por pliegues de calizas jurásicas, y que estos pliegues, muy numerosos y con frecuencia muy acentuados, constituyen los principales relieves de aquellas cadenas (sierras de Abdalajís, del Torcal, Chimeneas de Las Cabras y Parapanda). Los bancos margosos del neocomiense, menos rígidos que su substratum calizo, ya se han amoldado al fondo de los sinclinales, ya se muestran levantados hasta la vertical en las laderas anticlinales, y aun con frecuencia, como sucede á la inmediación de la fuente de Pinos, en la sierra de Las Cabras, aparecen, á causa de inversión estratigráfica, por bajo de las hiladas titónicas; resultando de todo que las capas cretáceas han sufrido una especie de laminado que hace que en muchos puntos posean un carácter pizarreño muy pronunciado. Es además frecuente que los estratos arcillosos del neocomiense hayan resbalado sobre las laderas de los pliegues jurásicos hasta llegar á tomar una posición anómala, que induce, á primera vista, á hacer creer en una discordancia de estratificación que separaría á ese tramo de las calizas titónicas y jurásicas. Nosotros mismos nos engañamos más de una vez; pero, después de observar unas y otras capas en su posición normal (canteras al sudeste de Loja, sierra Elvira, á levante del cortijo de Las Chozas, al nordeste de El Chorro, etc.), adquirimos la convicción de que esas aparentes discordancias estratigráficas (inmediaciones de Loja y de Antequera y otros puntos) se deben sencillamente a resbalamientos posteriores al depósito

de aquéllas, no debiendo verse en ellas más que un efecto de las dislocaciones á que se remonta el origen de las cordilleras subbéticas.

Hemos de agregar, sin embargo, que M. Gilliéron ⁽¹⁾ ha observado en los Alpes friburgenses curiosos fenómenos entre las calizas titónicas y las capas neocomienses, señalando principalmente diversos bloques calizos en medio de las margas neocomienses, y que nosotros hemos comprobado esta misma circunstancia en ciertos parajes de las sierras de Fuenfría y del Torcal Bajo. Según el referido geólogo suizo, ese fenómeno reconoce por causa en su país una corrosión anti-neocomiense, y en Andalucía pudiera muy bien suceder que la formación de la brecha, cuya existencia en la cumbre del tramo titónico hemos mencionado más atrás, estuviese en relación con análogas corrosiones.

Á pesar de la alteración que las presiones han impreso á nuestras hiladas neocomienses, hemos podido distinguir en ellas tres divisiones que, contando de abajo arriba, son: 1.ª, calizas margosas, más ó menos desarrolladas, en alternación con margas con ó sin fósiles piritosos; 2.ª, pizarras arcillosas con *Aptychus*; 3.ª, calizas con sílex.

De estas tres divisiones ó grupos, sólo los dos primeros corresponden con toda seguridad al neocomiense propiamente dicho. Pueden observarse, sobrepuestos los dos, cerca de las canteras de Loja, á levante del cortijo de Las Chozas, junto al ferrocarril entre las estaciones de Gobantes y El Chorro, y á la inmediación del cortijo de Lojidia, en el camino de Montefrío á Priego; pero también se muestran aislados en otros parajes, ya el uno, ya el otro.

En cuanto á las calizas con sílex, que se ofrecen bien desarrolladas al noroeste de la estación de Ilora, en el camino de Alfarnate á Loja y en un isleo calcáreo que se alza al oeste de Villanueva del Rosario, los cuales yacimientos no nos han dado más fósiles que algunas belemnitas indeterminables, es posible que representen un nivel un poco más elevado.

CALIZAS MARGOSAS CON *HOLCOSTEPHANUS ASTIERI* Y MARGAS CON FÓSILES PIRITOSOS Y *PYGOPE DIPHYODES*.

Este grupo, muy variable en su constitución y en su espesor, es el único que nos ha suministrado una fauna de alguna importancia.

(1) *Matériaux pour la carte géologique suisse*, entrega 12.ª (1873).

Muy reducido hacia el sur, donde no mide más que 3 á 4 metros de grueso en la sierra de Abdalajís, toma gran desarrollo hacia el norte, alcanzando 40 á 50 metros de altura en las inmediaciones de Priego y de Cabra.

Hacia la extremidad occidental de las canteras de Loja se observan, por cima de las calizas brechoides del titónico, unos bancos de caliza gris blanquecina, muy margosa y regularmente estratificada, que en ese punto contiene *Amn. (Phylloceras) infundibulum*, d'Orb., pudiéndose recoger además en los alrededores:

- Belem. (Hibolites) sp.*,
Amn. (Holeostephanus) Astieri, d'Orb.,
 — (*Hoplites*) *sp.*,

y algunos equinoides indeterminables.

En las mismas canteras, á la izquierda del manantial que da origen á un arroyo que por allí pasa, las calizas margosas con *Amn. infundibulum* se muestran en estratificación concordante sobre capas titónicas.

Al sudeste de las canteras se abre una especie de ensenada ocupada por capas neocomienses muy plegadas y rodeada por las escarpas de la sierra jurásica, constituidas por calizas blancas. Las más bajas de las capas neocomienses acabadas de citar son calizas margosas bien estratificadas, gris blanquecinas, las cuales contienen *Amn. Astieri*, *Crioceras*, *Ancylloceras*, *Hamulina* cf. *Astieri*, d'Orb., y equinoides mal conservados, fósiles que se pueden recolectar partiendo los cantos de la roca esparcidos por el suelo; mientras que las superiores, que asoman sobre el camino de Zafarraya, son margas pizarreñas, rojas y blancas, con *Aptychus*, y se hallan muy trastornadas. Á derecha ó izquierda del camino referido las capas con *Amn. Astieri* aparecen en contacto, ya con las calizas blancas y compactas jurásicas, ya con las brechoides con amonitas titónicas.

En la parte meridional de la sierra de Las Cabras, el neocomiense se muestra en el fondo de numerosos pliegues sinclinales orientados del SO. al NE. Junto al puerto de Zafarraya, sobre la vertiente septentrional, á las calizas blancas del jurásico superior cubren bancos de caliza margosa, amarillenta, con sílex, en los que hemos obtenido *Amn. Tethys* y *Ancylloceras* sp.; subiendo la sierra al oeste del cortijo de Las Chozas, es fácil también observar que á las hiladas

nodulosas de la zona con *Amm. transitorius* se sobreponen calizas margosas con *Amm. Tethys*, cubiertas á su vez por pizarras rojas con *Aptychus*; y, en fin, á las inmediaciones del cortijo Azafranero cubren al tilónico unas hiladas de margas calizas, amarillentas, con belemnitas que asimismo parece corresponden al neocomiense.

Por cima de las gargantas de El Chorro, no lejos del cortijo del Madroño, en el sendero de Antequera, asoma el neocomiense margoso con belemnitas por bajo de unas pizarras rojas semejantes á las que en otros puntos contienen *Aptychus Mortilleti*, y que se hallan muy plegadas en diversos puertos de la sierra de Abdalajis.

Pero donde el neocomiense margoso se ofrece más fosilífero es en Illora, al pie de la sierra Parapanda, donde en una caliza margosa blanca pueden recogerse

- Belemnites latus*, Blainv.,
- Aptychus amplicostatus*, Pictet et de Lor.,
- Amm. (Phylloceras) infundibulum*, d'Orb.,
- (*Holcostephanus*) *Jeannoti*, d'Orb.,
- (*Desmoceras*) *quinquesulcatus*, Math.

Esa misma caliza se halla también, al noroeste de Atarfe, en un sinclinal pequeño al pie de la sierra Elvira. Allí descansa sobre otra caliza blanca y compacta, y contiene: *Amm. Astieri*, *Amm. Jeannoti*, *Amm. infundibulum*, *Amm. Tethys* y pteroceras indeterminables. Además, en la colección de M. de Verneuil hemos visto, aparte de muchos individuos de amonitas indeterminables, ejemplares de

- Amm. infundibulum*, d'Orb. (muchos),
- (*Lytoceeras*) sp.,
- Ancyloceras* sp.,

cuyas etiquetas llevan en manuscrito la indicación de que proceden de una media legua al oeste de Pinos Puente, cerca de Granada.

En el norte de esa provincia el neocomiense alcanza un desarrollo considerable, formando depósitos extensos y de bastante espesor. Su composición es también más compleja en ese territorio, debiendo esperarse que un estudio más detenido de sus hiladas en las inmediaciones de Montefrío y Priego ha de permitir que un día se establezcan en ellas subdivisiones bien precisas.

En Autoñejo, al norte del camino de Loja á Montefrío, penetran, por bajo de las hiladas argilo-pizarreas, rojas, con *Aptychus Mortileti*, unas margas con amonitas piritosas *Amm. Calypso*, *Amm. Grasi*, *Amm. neocomiensis*; y *Belonites Orbignyi*.

Al noroeste de Lojidia, que á su vez se halla al noroeste de Montefrío, se encuentra, de arriba abajo, la sucesión siguiente:

- 1.º—Calizas blancas, margosas, con lechos de margas azules y amonitas neocomienses;
- 2.º—Calizas azules con *Cancellophycus*;
- 3.º—Bancos gruesos de calizas azules, con margas oscuras, amarillentas al exterior;
- 4.º—Calizas azules, pasando á grises, margosas y grumosas;
- 5.º—Calizas azules, iguales á las del num. 3, con una amonita bien conservada (*Holcostephanus* sp.);
- 6.º—Un lecho grisáceo, grumoso;
- 7.º—Margas calizas amarillentas con amonitas pequeñas;
- 8.º—Margas con concreciones ferruginosas;
- 9.º—Margas rojas y bancos grises de margas endurecidas.

En las márgenes del arroyo de Granada, entre Montefrío y Priego, M. Kilian recogió, en una hilada de calizas margosas azuladas con núcleos intercalados, *Amm. (Lyloceras) subfimbriatus*, *Amm. quadrisulcatus*, *Aptychus angulicostatus*, etc.

A las inmediaciones de Carcabuey (Córdoba) se ven, á lo largo de la carretera de Cabra, *directamente sobrepuestas al trias*, hiladas de caliza margosa gris, muy fosilífera, con:

Aptychus angulicostatus, Pic. et L. (muy abundante!).

— *Seranonis*, Cmp.,

Amm. (Hoplites) macilentus, d'Orb.,

— (*Lyloceras*) *subfimbriatus*, d'Orb.,

— (*Phylloceras*) *Tethys*, d'Orb.,

— (*Desmoceras*) *difficilis*, d'Orb.,

— — *cassidoides*, Uhlig.,

Ancylloceras sp.

La presencia en estas hiladas, que se corresponden exactamente con las del arroyo de Granada, de los *Amm. difficilis* y *Amm. cassidoides*, hace presumir que pertenecen á un nivel bastante elevado

del neocomiense (el de los Voirons ó barremiense), por lo cual merecerian un estudio más detenido.

El neocomiense margo-calizo se ofrece bien desarrollado en las inmediaciones de Cabra. En los alrededores de las célebres canteras de la fuente de Los Frailes, M. Kilian recolectó, en las margas gris blanquecinas que se extienden sobre las hiladas superiores con *Pogyope diphyi* y *Amm. Ko-li* del titónico, una hermosa colección de amonitas piritosas de las especies *Amm. Astieri*, *Amm. neocomiensis*, *Amm. asperrius*, *Amm. Grasi*, *Amm. Tethys*, *Amm. semisulcatus*, *Amm. diphyllus*, *Amm. picturatus*, *Amm. Jailloti* y *Amm. quadrisulcatus*, las cuales margas contienen también el *Belemnites conicus* y otras belemnitas.

Marchando por el camino que va de la fuente de Los Frailes á Cabra, el cual sigue por el límite de calizas titónicas y margas neocomienses, se observa esta sucesión:

1.º Calizas brechoides del titónico con *Amm. Liebigi*; brecha superior de elementos rodados.

2.º Margas grises, blancas y róseas y margas calizas neocomienses fosilíferas con *Aptychus Seranonis*, *Belemnites (Duvalia) conicus*, *Bel. Baudouini*, *Hamulina* cf. *Astieri* (abundante), *Amm. (Hoplites) sp.*, equinooides indeterminables, etc.

La carretera de Cabra á Priego da también buenos cortes en las hiladas neocomienses. En la meseta que ese camino atraviesa á levante de la fuente de Los Frailes, se ve que sobre las calizas brechiformes con *Amm. transitorius* y *Ter. diphyi* se extiende directamente y en estratificación concordante una hilada de margas grises y calizas margosas neocomienses con *Amm. (Holcostephanus) Astieri*, *Amm. (Hoplites) neocomiensis*, *Amm. (Haploceras) Grasi*, *Amm. (Holcodiscus) incertus*, *Amm. (Phylloceras) Tethys*, *Amm. (Phylloceras) infundibulum*, *Amm. (Lytoceras) subfimbriatus*, *Hamulina*, *Aptychus Seranonis*, etc., á las cuales capas cubren unas calizas blancas sacaroideas de que hablaremos más adelante.

Bajando hacia Cabra, los desmontes de la carretera dan el corte siguiente:

1.º—Caliza titónica;

2.º—Margas blancas y rojas del titónico superior;

- 3.º—Breacha de elementos rodados con *Aptychus punctatus*, *Pygope Bouei* y crinoides;
- 4.º—Margas de un gris amarillento claro, con amonitas piritosas (*Amm. Astieri*, *Amm. neocomiensis*, *Amm. Grasi*), entre las cuales margas neocomienses se hallan algunos raros bancos de caliza margosa con *Pygope diphyoides*.

Entre Campótejar y Noalejo, marchando por la carretera de Granada á Jaén, se ven, descansando sobre el lias superior fosilífero, unas capas con *Aptychus*, que probablemente corresponden al neocomiense, y finalmente, en el sitio llamado El Pradón, cerca de Loja, los depósitos miocenos contienen varios fósiles neocomienses rodados, tales como *Belem. latus*, *Aptychus Seranonis* y fragmentos de amonitas.

Esos son los datos que hemos podido obtener acerca del neocomiense calcáreo margoso en Andalucía. Examinando la fauna de ese grupo, salta desde luego á la vista que si ciertos yacimientos (fuente de Los Frailes) contienen especies que los colocan en la base del tramo (*Ter. diphyoides*, *Amm. Grasi*, *Amm. quadrisulcatus*, *Amm. semisulcatus*, *Belem. latus*, etc.) otros (Carcabuey, Illora, Loja) contienen formas de un nivel bastante elevado y más bien especiales del barremiense (*Amm. difficilis*, *Amm. cassidoïdes*, *Amm. quinquesulcatus*, *Hamulina* cf. *Astieri*, etc.)

PIZARRAS MARGOSAS CON APTYCHUS MORTILLETI.

A las calizas margosas neocomienses de que acabamos de hablar cubren en muchos puntos unas pizarras margosas, rojizas, de un aspecto característico, las cuales destacan á lo lejos de tal modo en el fondo blanco de las sierras calizas, que sirven de guía para llegar á los pliegues sinclinales cuyos fondos ocupan.

Esas pizarras rojas, muy margosas, siguen inmediatamente á las capas con *Amm. Astieri* del manantial del Manzauil, según se observa en el sendero de Loja á Zafarraya, pudiéndose recoger en ellas, en un barranco sobre el borde mismo de la sierra, *Aptychus Seranonis* y *Apt. Mortilleti*. En el macizo de la sierra de Las Cabras, donde, entre Las Chozas y Loja, se muestran muchos isleos neocomienses ocupando el fondo de los pliegues sinclinales de la caliza infrayacente, se observa con frecuencia que á las capas con *Amm. Tethys* cu-

bren pizarras arcillosas rojas que suelen contener *Aptychus Mortilleti*.

En el camino de Loja á Montefrío por el cortijo Antoñejo, las pizarras con *Apt. Didayi*, *Apt. Seranonis* y *Apt. Mortilleti* y las margas cretáceas descansan directamente sobre las rojas del triás, y continuando hacia Montefrío se ve que sobre las referidas pizarras se extienden lasas sonoras y calizas con sílex. Las mismas pizarras con *Aptychus* aparecen también, no lejos de ese paraje, al este-sudeste del cortijo llamado choza del Olivo.

Asimismo, esas repetidas pizarras se ofrecen bien desarrolladas entre Montefrío y Priego, dejando su lugar hacia el norte á los depósitos margo-calcareos de que ya hemos dado noticia más arriba; reaparecen á lo largo de la carretera de Loja á Málaga, á las inmediaciones de la venta de Los Alazores, y es fácil que á uno y otro lado de esa carretera, en los valles de los ríos Frio, Guadalhorce, etc., abiertos en la sierra jurásica, existan otros islotes cretáceos, cubiertos en parte por el numulítico, porque esa es una circunstancia bastante general en las sierras de Ablalajís y de Zafarraya.

Sobre la misma carretera, á una legua próximamente de Loja, á la entrada de un desfiladero que allí existe entre dos cumbres jurásicas, aparece la siguiente sucesión:

- 1.º—Caliza blanca jurásica.
- 2.º—Banco de caliza margosa con sílex y *Aptychus* con costillas.
- 3.º—Bancos de caliza con sílex, entre una arcilla roja.
- 4.º—Margas blancas, pizarreas, con sílex.
- 5.º—Bancos bastante gruesos, de caliza gris azulada, amarillenta al exterior, y lechos de marga gris amarillenta. La carretera corta oblicuamente esa sucesión de capas casi verticales, atravesándolas repetidas veces.
- 6.º—Bancos todavía más gruesos de caliza sabulosa.
- 7.º—Margas rojas intercaladas en calizas azules con sílex.

Un poco más lejos se halla una caliza violácea con manchas de limonita y amonitas neocomienses.

Este depósito rodea por completo á un peñón de caliza blanca jurásica que se alza en medio del mismo.

La referida serie aparece cual si estuviera en verdadera discordancia de estratificación con las calizas blancas jurásicas: esa apariencia resulta tanto más completa cuanto que una falla, importante

y de contornos sinuosos, pone en contacto del cretáceo, al oeste y por bajo de la carretera, hiladas liásicas; y los mogotes blancos, que á levante sobresalen en medio del sistema margoso, parece como

Fig. 8.—Corte tomado al este de Gobantes (sierra de Abdalajis).

S.

N.



- 1.—Calizas blancas jurásicas.
2.—Pizarras neocomienses.

que acusan una prueba irrecusable de aquella discordancia; pero, sin embargo, después de haber examinado gran número de esos contactos anormales, adquirimos la convicción ya enunciada al comienzo de este artículo: lo que en esos parajes se verifica es que las hiladas margosas han resbalado sobre su infrastratum, menos plástico que ellas. Los mogotes jurásicos, aislados, que surgen entre esas margas, son análogos á los del *Klippen* de los Carpatos, y, como la de éstos, su presencia pudiera explicarse por una penetración mecánica.

En la sierra de Abdalajis se presentan muchos de esos accidentes: las hiladas margo-calizas con belemnitas, visibles todavía á las inmediaciones del cortijo de El Madroño, no tardan en desaparecer, y en el fondo de los pliegues que las calizas blancas forman en el macizo que domina por levante á la estación de Gobantes, ya no se encuentran sino hiladas gruesas de pizarras rojas muy rizadas, y en cierto modo laminadas por la compresión que han sufrido. En los desmontes del ferrocarril estas capas reaparecen muchas veces con los mismos caracteres, ya extendidas directamente y en concordancia estratigráfica sobre el titónico (alrededores de los túneles nú-

meros 6 y 10, ya apoyadas contra éste con pliegues mucho más pronunciados, ya, en ocasiones que se observan en la porción interior de la sierra, dispuestas por bajo del mismo titónico; pero, como cualquiera que sea el modo de verificarse ese contacto, siempre ocurre con las hiladas más superiores del jurásico, excepción hecha del caso especial en que se deba á la presencia de alguna falla como la de Loja, esta circunstancia nos parece suficiente para desechar en nuestra región toda hipótesis referente á discordancia estratigráfica entre los dos sistemas.

En la colección de M. de Verneuil hemos visto un ejemplar de *Aptychus* cf. *Seranonis*, procedente de las cercanías del valle de Abdalajís, y nosotros encontramos en aquellos contornos, por cima del ferrocarril, el *Amm. Astieri*.

En la vertiente nordeste del Torcal, las concavidades de las calizas titónicas se hallan ocupadas por pizarras rojas con *Aptychus*, sílex de color de miel y riñones de jaspe, las cuales pizarras contienen, lo mismo que sucede en la carretera de Loja á Colmenar, bloques de las referidas calizas. Las mismas apariencias de discordancia se reproducen en otros muchos puntos y se explican de igual modo. Por cima del cortijo de Guaro se hallan en la ladera de la sierra unas margas rojas con sílex, muy levantadas, que también parecen pertenecer al cretáceo inferior.

En fin, según ya hemos dicho más arriba, creemos que el neocomiense se halla representado en la costa en el cortijo de Cantal, cerca de El Palo, por unas margas rojas y blancas que descansan sobre calizas róseas brechoides, asimilables al titónico.

Por el contrario, en las inmediaciones de Cabra, donde el neocomiense margoso alcanza un espesor de 20 á 30 metros, ó sea mucho mayor que el que mide en las sierras más meridionales, no hemos podido apreciar la existencia de las capas rojas que en esas otras sierras lo cubren.

Resulta, pues, que las pizarras rojas con *Aptychus*, que en ciertas localidades se extienden sobre el neocomiense margo-calizo, representan por sí solas en otros parajes al tramo entero (sierras de Gómbantes, del Torcal, etc.), y que en los territorios en que, como en Cabra, las margas con *Amm. Astieri* alcanzan gran desarrollo, parece que esas pizarras faltan por completo. No parece, por consiguiente, sino que se trata de dos tipos ó aspectos del neocomiense inferior, que ya se sobreponen, ya se reemplazan el uno al otro; y de-



cidos del neocomiense inferior, porque, en todo caso, la abundancia de los *Aptychus Seranonis*, *Mortilleti* y *Didayi* en las repetidas pizarras rojas les asigna un nivel seguramente inferior al del barre-miense. La existencia en nuestra región de esos dos diferentes tipos neocomienses es otro rasgo de analogía entre ella y la alpina: en los Alpes austriacos no es, en efecto, raro observar que á las capas con amonitas (Rossfeldschichten) las reemplazan en todo ó en parte otras con *Aptychus* (Neocomaptychenkalk).

Pero se habrá observado que, ya sea que el neocomiense se halle representado por pizarras con *Aptychus*, ya le constituyan capas con amonitas, no hemos indicado, en ningún punto del territorio que hemos investigado, la presencia de las capas del nivel de Berrias, tales como se conocen en Francia; y esto mismo ocurre en las islas Baleares, según Hermite. Hemos, sí, visto que en la fuente de Los Frailes el titónico se termina en una hilada con afinidades cretáceas, que contiene algunas especies berriasienses [*Amn. Neireli*, *Amn. Malbosi*, *Amn. pricasensis*, *Amn. occitanicus*, *Belem. latus*], y, por otra parte, que las margas con *Amn. Astieri* de esa localidad contienen el *Pygope diphyoides*, especie también berriasiense, aunque en el mediodía de Francia sube al neocomiense propiamente dicho; pero lo que todo ello quiere significar es que en Cabra la zona de Berrias se confunde con la parte superior del titónico, y á este mismo resultado creemos que han de conducir los estudios más detenidos que se hagan en otras localidades.

CALIZAS CON SILEX.

Donde quiera que se muestran estas calizas, de las que ya hemos citado un ejemplo en la carretera de Loja á Málaga, se hallan superpuestas á las margas precedentes, presentándose por lo general en bancos gruesos, bastante bien estratificados, de un gris azulado ó verdoso, más ó menos obscuro. Los sílex que en gran abundancia contienen, es muy frecuente que afecten formas ramosas. En esas calizas no hemos encontrado más fósiles que destrozos de braquiópodos en el camino de Loja á Alfarnate, y belemnitas indeterminables al norte del de Loja á Montefrío.

Sus asomos principales se hallan al norte de la carretera de Granada, entre Illora y Pinos Puente, y al oeste de Villanueva del Tra-

buco, en medio del isleo jurásico del cortijo de Los Bosques. El espesor que miden es considerable: suele llegar á 100 metros. Por el lado de Montefrío cubren á esas calizas unas losas sabulosas con sílex, aun cuando no tan abundantes como en ellas, las cuales, según se verá más adelante, deben pertenecer al cretáceo superior.

Carecemos de argumentos suficientes para poder determinar la edad de ese importante sistema de calizas con sílex, que no sabemos si corresponde todavía al neocomiense urgoniano: ó si representa el tramo aptense ó el cenomaneuse.

Hemos ya dicho que hacia Montefrío ó, de un modo más general, á las inmediaciones de la provincia de Jaén, no parece que se sostenga la concordancia de estratificación, según la cual el cretáceo se halla constantemente más al sur en contacto con el triásico, sino que el primero de estos terrenos ó se sobrepone directamente al triásico ó se le ve envolviendo á isleos triásicos. Ningun movimiento mecánico puede explicar estos hechos, ya puestos en evidencia en el mapa de Jaén del Sr. Mallada: esa especie de posición transgresiva, restringida á una comarca poco extensa, alrededor de la cual parece que se ha depositado completa la serie jurásica, no deja de ser difícil de explicar; pero más adelante insistiremos sobre este asunto.

Fósiles recogidos en el neocomiense del sur de Andalucía.

- Belemnites (Divalia) dilatatus*, d'Orb. — Fuente de Los Frailes.
 — — — *latus*, Blainv. — Sierra Parapanda.
 — — — *Emerici*, d'Orb. — Cabra (colección de M. de Verneuil).
 — — — sp. — Camino de Carcabuey á Cabra.
 — — — *conicus*, Blainv. — Cabra, camino de Priego.
 — — — (*Hibolites*) *Orbiguyi*, Duval, sp. — Cortijo Antonejo.
 — — — sp. (fragmentos que acaso sean del *H. subfusiformis*, Rasp. sp.) — Loja y Cabra.
 — — — sp. (fragmentos que pudieran ser del *H. pistiformis*, Blainv. sp.) — Camino de Carcabuey á Cabra.
 — — — sp. — Zafarraya.
Lytoceras quadrisulcatum, d'Orb. sp. — Cortijo Antonejo; fuente de Los Frailes; camino de Priego á Carcabuey. (Piritosos.)

- Lytoceras Juilleti*, d'Orb. sp.—Fuente de Los Frailes. (Piritosos.)
 — *subfimbriatum*, d'Orb. sp.—Carcabuey; Cabra (camino de Priego); á poniente del puerto de Zafarraya.
 — sp.—Cabra.
 — cf. *lepidum*, d'Orb. sp.—Fuente de Los Frailes. (Piritosos.)
- Hamulina* cf. *Astieri*, d'Orb. sp.—Loja.
 — sp.—Cabra (camino de Priego); Loja.
- Phylloceras infundibulum*, d'Orb. sp.—Fuente de Los Frailes; camino de Priego á Cabra; Carcabuey; Las Chozas. (Piritosos.)
 — *diphyllum*, d'Orb. sp.—Cortijo Antoñejo. (Piritosos.)
 — *Tethys*, d'Orb. sp. (*semistriatum*).—Fuente de Los Frailes; camino de Priego á Cabra; Carcabuey; Las Chozas. (Piritosos.)
 — *picturatum*, d'Orb. sp.—Fuente de Los Frailes. (Piritosos.)
 — *Calypso*, d'Orb. sp.—Cortijo Antoñejo. (Piritosos.)
 — *semisulcatum*, d'Orb. sp.—Fuente de Los Frailes. (Piritosos.)
 — sp.—Puerto de Guaro.
- Haploceras Grasi*, d'Orb. sp.—Fuente de Los Frailes; camino de Priego á Cabra; cortijo Antoñejo. (Piritosos.)
- Holcostephanus Astieri*, d'Orb. sp.—Loja (calcáreos); fuente de Los Frailes (piritosos); Montillana (calcáreos).
 — *Jeannoti*, d'Orb. sp.—Illora; sierra Elvira.
 — sp.—Loja.
- Holcodiscus incertus*, d'Orb. sp.—Camino de Cabra á Carcabuey.
- Desmoceras difficile*, d'Orb. sp.—Carcabuey.
 — cf. *cassitoides*, Uhlig.—Carcabuey.
 — sp.—Carcabuey; fuente de Los Frailes.
 — *quinqsulcatum*, Math. sp.—Illora.
- Hoplites neoconiensis*, d'Orb. sp.—Fuente de Los Frailes; camino de Priego á Cabra; cortijo Antoñejo. (Piritosos y calcáreos.)
 — *asperrimus*, d'Orb. sp.—Fuente de Los Frailes. (Piritosos.)
 — cf. *cryptoceras*, d'Orb. sp.—Fuente de Los Frailes.
 — *Mortilleti*, Pict. et de Lor. sp.—Illora.
 — *macilentus*, d'Orb. sp.—Carcabuey.

Hoplites sp.—Carcabuey.

Schlönbachia cf. *Ixon*, d'Orb. sp.—A levante de Cabra.

Ancyloceras sp.—Cabra, al oeste del puerto de Zafarraya; Carcabuey.

Aptychus angulicostatus, Pict. et de Lor.—Á levante de Illora; Carcabuey.

— *Didayi*, Coq.—Cortijo Antoñejo.

— *Seranonis*, Coq.—Fuente de Los Frailes; camino de Priego á Cabra; á levante de Cabra; al sudeste de Loja; Carcabuey; puerto de Alfarnate; cortijo Antoñejo.

— *Mortilleti*, Pict. et de Lor.—Loja; Illora; sierra de Las Cabras; al norte del cortijo de Las Chozas; sierra Parapanda; cortijo Antoñejo.

Rostellaria sp.—Sierra Elvira.

Pygope diphyoides, Pictet. —Fuente de Los Frailes.

Equinoides indeterminables.—Loja; fuente de Los Frailes.

La colección de Verneuil conservada en la Escuela de Minas de París, contiene las siguientes especies del neocomiense de Andalucía:

Belemnites (Duvallia) dilatatus, d'Orb.—Cabra.

— — *latus*, Blainv.—Cabra.

Lytoceras sp.—Cabra.

— *quadrisulcatum*, d'Orb. sp.—Cabra. (Piritosos.)

— *Julleti*, d'Orb. sp.—Cabra. (Piritosos.)

Phylloceras semisulcatum, d'Orb. sp.—Cabra. (Piritosos.)

— *infundibulum*, d'Orb. sp.—Pinos Puente.

— *Grasianus*.—Del sur de Cabra. (Piritosos.)

Holcodiscus intermedius, d'Orb. sp.—Pinos Puente.

Holcostephanus Astieri, d'Orb. sp.; var. Pictet.—Del sur de Cabra.

— *Astieri*, d'Orb. sp.—Del sur de Cabra. (Piritosos.)

Hoplites neocomiensis, d'Orb. sp.—Del sur de Cabra. (Piritosos.)

— *macilentus*, d'Orb. sp.—Del sur de Cabra.

Aptychus Didayi, Coq.—Cabra.

— *angulicostatus*, Pict. et de Lor.—Cabra.

— *Seranonis*, Coq.—Cabra.

— sp.—Iznalloz.

Ancyloceras (fragmentos de).—Al sur de Cabra.

Ptychoceras (*Baculites*) *neocomiense*, d'Orb. sp.—Al sur de Cabra.
(Piritosos.)

Gasterópodos piritosos indeterminables.— Al sur de Cabra.

Pholadomya cf. *Malbosi*, Pietet. —Al sur de Cabra.

— cf. *Trigleri*, Cott.—Al sur de Cabra.

Pygope cf. *diphyoides*.—Al sur de Cabra. (Piritosos.)

— *hippopus*, d'Orb. sp.—Cabra.

Terebratula cf. *Moutoni*, d'Orb.—Al sur de Cabra.

— sp. indeterminable.—Al sur de Cabra.

HILADAS CRETACEAS SUPERIORES A LAS NEOCOMIENSES.

La colección de la Sorbonne contiene ejemplares de *Amn. Melchioris* y *Amn. Ducali*, procedentes de depósitos aptenses de Conil (Cádiz), y en Aleoy (Alicante) se encuentra el *Amn. Nisas*. Además, el cretáceo aparece muy desarrollado en los alrededores de Jaén, á juzgar por los fósiles que de Verneuil recolectó en esa provincia; las requienias parece que abundan en Jódar, y la colección del referido geólogo contiene una serie de equinoides del cretáceo superior de Mancha Real. En las inmediaciones de esta misma villa señala el señor Mallada los tramos turonense y senonense fosilíferos.

En las provincias de Granada y Málaga es muy dudosa la existencia de esos tramos superiores: sin embargo, las calizas con sílex pudieran, como ya hemos dicho, representar el aptense, y, por de contado, el potente depósito de calizas sabulosas grises divisibles en losas, con sílex parduzcos y margas endurecidas amarillentas, que, entre Montefrío y Loja, van encima de aquéllas, deben seguramente pertenecer á un tramo superior, porque en Montefrío hemos visto, en manos de los vecinos, muchos ejemplares silicificados del *Echinocorys vulgaris*, que sin duda se han encontrado en los campos inmediatos á la población, una vez que, no siendo ésta de las que con frecuencia han sido visitadas por los geólogos, no se explica de otra manera la procedencia de los mismos. De todos modos, debemos llamar la atención de nuestros colegas hacia las margas grises y losas con sílex de Montefrío.

En cuanto á las pizarras análogas á la *scaglia*, mencionadas más al sur por los Sres. Taramelli y Mercalli, para nosotros no es dudoso que pertenecen al cretáceo inferior y que entran á formar parte de las hiladas descritas más arriba.

COMPARACION DE LOS DEPÓSITOS JURÁSICOS Y CRETÁCEOS
DE LA REGIÓN SUBBÉTICA
CON LOS DE OTRAS COMARCAS.

Una vez que ya hemos establecido, en cuanto nos lo han permitido nuestras observaciones, el orden de sucesión de las hiladas jurásicas y cretáceas en las provincias de Granada y Málaga, conviene examinar cuáles sean las relaciones que existen entre esos depósitos y sus sincrónicos de las comarcas vecinas y de las regiones clásicas.

Al oeste de la que nosotros hemos investigado, el Sr. Mac Pher-son ⁽¹⁾ ha demostrado en la provincia de Cádiz que en ésta los mismos terrenos presentan un desarrollo análogo. El lias superior, el titónico, el neocomiense, se muestran en ella fosilíferos y con carácter alpino, y además asoman en Conil margas aptenses con *Amm. Guettardi*, *Amm. Melchioris* y *Amm. Nisus*, del todo comparables á las de Gargas en Provenza.

En Portugal, se sabe, gracias á los trabajos de M. Choffat ⁽²⁾, que, marchando primero hacia el oeste y después hacia el norte, se encuentran tipos progresivos de tránsito al de la Europa septentrional. En los Algarbes, el trias parece presentar en parte un aspecto alpino que se asemeja al de la cordillera Bética; el lias (lias de Thomar del tipo español), con su rica fauna de braquiópodos (*Ter. Jauberti*, *Rhyn. meridionalis*, etc.), contiene muchas especies comunes con las de Teruel y del Var, y en el dogger de Cesareda se muestra la *Posidonomya alpina*. Por el contrario, el liatónico y el malm de los Algarbes presentan un desarrollo muy diferente del de los de las re-

(1) *Bosquejo geológico de la provincia de Cádiz*; Cádiz, 1873.

(2) *El lias y el dogger al norte del Tago*; Lisboa, 1880. (*Comissão dos Trabalhos geol. de Portugal*).—*Investigaciones geol. sobre los terrenos secundarios al sur de Sudo*. (*Communic. da Comissão dos Trabal. geol.*; Lisboa, 1887.)—El Sr. Choffat califica con razón de lias del tipo español al de Thomar. Ese lias de tipo español, muy desarrollado en la parte oriental de la Península (colec. de Verneuil) y en el Var, así como en las islas Baleares, se asemeja al alpino propiamente dicho por algunos de los braquiópodos que contiene.

giones mediterráneas. Al norte de Portugal la serie se asemeja mucho á la de la cuenca anglo-parisiense.

Asimismo, al otro lado de la meseta central de España, en la provincia de Teruel sierras de Alharracín y de Frias, las formas más especialmente alpinas dejan de aparecer en las capas jurásicas (1). Según los fósiles que se conservan en la colección de M. de Verneuil, el liás es del tipo español; el dogger, muy fosilífero, y el malin se asemejan más á los de la Europa central.

En Argelia, el liás del Djurdjura (Kabylia) está formado, como en Andalucía, por calizas blancas con pentacrinos y sílex (2); los yacimientos titónicos de las mesetas altas (Batna, Setif, etc.) han suministrado una porción de las especies que hemos citado en las capas con *Amn. transitorius* de Loja y Gabra, y en la provincia de Constantina (3) el neocomiense margoso aparece bastante desarrollado con las amonitas ferruginosas del nivel inferior, que se encuentran en Saint-Julien-en-Beauchêne (Delfinado), que son precisamente las mismas que caracterizan el tramo en Andalucía.

Si ahora, desde esa región de España, nos dirigiéramos hacia el este (Murcia ó islas Baleares), y de ahí siguiéramos, por Sicilia ó Italia, los bordes de la depresión tirrena, encontraríamos por todas partes notables analogías en la sucesión de las capas y en los caracteres de las faunas.

Eso es lo que, en efecto, demuestran con respecto á Murcia las observaciones publicadas por de Verneuil y Collomb (4), á las cuales se debe el conocimiento del macizo de calizas rojas de La Romana, cerca de Alicante, con amonitas, y el del neocomiense de Alcoy con *Amn. infundibulata*, etc., análogo al de Loja.

En las islas Baleares (5), por encima del keuper del tipo alpino, el liás se muestra todavía con el carácter del español; el dogger, lo mismo que ocurre en Andalucía, aparece con poco desarrollo, y la

(1) En esa región española el tipo alpino del triás avanza más que el jurásico, puesto que en Mora de Ebro se ofrecen cefalópodos análogos á los del Tirol (*Trachyceras ibericum*, etc.)

(2) Noticia verbal de M. Ficher.

(3) Péron, *Essai d'une description géologique de l'Algérie*. (*Annales des Sc. géol.*, tomo XIV, 1883.)

(4) *Expl. de la carte géol. d'Espagne*; 2.ª edic., 1869.

(5) Hermite, *Études géolog. sur les îles Baléares*; Paris, 1879.—Traducidos al castellano en el tomo XV del *Boletín de la Com. del Mapa geol. de España*, 1888.

semejanza, que todavía se acentúa más, para el jurásico superior y el titónico, idéntico al de Cabra, continúa para el neocomiense, puesto que nosotros hemos encontrado en este tramo, en Andalucía, la mayor parte de las especies que Hermite mencionó en las islas referidas (*Amm. Astieri*, *Amm. semisulcatus*, *Amm. subfimbriatus*, *Amm. cryptoceras*, *Amm. difficilis*, *Amm. infundibulum*, *Amm. Mortilleti*, *Amm. Tethys*, *Amm. lepidus*, *Amm. Honorati*, *Amm. incertus*, *Amm. Grasi*, *Amm. diphyllus*, *Aptichus Mortilleti*, *Apt. angulicostatus*, *Hamulina*, *Belem. dilatatus* y *Bel. pistilliiformis*).

Del mismo modo, análogamente á lo que ocurre en Andalucía, las capas de Berrias no aparecen en las Baleares formando una hilada bien separada de las titónicas; pero hace poco que M. H. Nolan ha señalado en esas islas la existencia del larremiense.

Según las últimas publicaciones, el lias inferior está representado en Sicilia por calizas cristalinas fosilíferas; el medio, por calizas con crinoides y braquiópodos (*Tereb. Aspasia*, *Spiriferina rostrata*, etc.), y el superior, calizo ó margoso y caracterizado por un color rojo intenso, contiene *Harpoceras radium*, *Harp. complanatum*, etc.; el dogger, más desarrollado que en Andalucía, va cubierto por calizas blancas ó róseas con venas espáticas, en las cuales calizas se distingue un nivel inferior con *Ptiloceras transversarium*, y otro superior con *Aspidoceras acanthicum*, *Phylloceras isotypum*, etc.; el titónico, semejante al nuestro, contiene *Tereb. diphya*, *Tereb. janitor*, *Aptychus punctatus*, *Apt. Beyrichii*, *Amm. climatus*, y sigue después el neocomiense margoso con riñones de sílex y *Aptychus angulicostatus*, *Apt. Serapionis*, *Belem. latus*, *Belem. dilatatus*, *Amm. ligatus*, *Amm. infundibulum*, *Amm. Grasi*, *Tereb. diphyoides*, etc., cubierto por el urgoniano. En las obras de los Sres. Seguenza ⁽¹⁾, Travaglia ⁽²⁾ y Gemmelaro ⁽³⁾, se describe detalladamente esa sucesión tan notablemente conforme con la de Andalucía.

En los Apeninos (montaña de Suavicino), el Sr. Canavari cita:

(1) *Brevi cenni relativi alla carta geologica della isola de Sicilia*; Roma, 1877.—*Breve nota intorno le formazioni primarie e secondarie della provincia di Messina*. (Bullet. R. Comit. d'Italia, 1871.)

(2) *Bullet. R. Comit. geol.*, 1880, pág. 505. El Sr. Travaglia describe en esta nota depositos neocomienses que, por su fauna, se asemejan mucho á los de Loja ó Ullora.

(3) *Fauna giurese di Sicilia*, 1872; *Calc. a Ter. janitor di Sicilia*, 1872; *Bullet. d. Soc. di Sc. nat. ed economiche di Palermo*, 42 Junio de 1879.

- Lias medio, ó capas con *Amm. algerianus*, *Amm. margaritatus* y *Ter. Aspasia*;
 Lias superior con *Amm. bifrons*, *Amm. comensis*, *Amm. dorcadis*,
Pygope erbaensis, etc.;
 Oolita inferior con *Posidonomya alpina* y *Stephanoceras bayleanum*;
 Pizarras con *Aptychus*;
 Titónico rojo;
 Titónico blanco, muy fosilífero, con *Pygope triangulus* y *Amm. ptychoicus*;
 Neocomiense (*calcaria rupestre*) con *Pygope engaucensis*, etc.

El mismo Sr. Canavari, en colaboración con el Sr. Cortese ⁽¹⁾, dieron á conocer en 1881 una sucesion análoga en las inmediaciones de Tivoli, y el Sr. Cocchi ⁽²⁾ reconoció en la isla de Elba el mismo aspecto para el lias y el titónico.

La localidad de Monticelli, en las inmediaciones de Roma, ha suministrado un gran número de especies del lias superior, entre las cuales se encuentran la mayor parte de las que nosotros hemos recogido en el toarcense de las inmediaciones de Granada.

En el Apenino central (monte Catria y monte Nerone), M. Zittel ⁽³⁾ indicó la sucesión siguiente:

- Lias inferior. — Calizas compactas de color claro, á veces dolomíticas y oolíticas, con terebrátulas, rinconelas, *Posidonomya Janus*, etc.;
 Lias medio. — Calizas marmóreas con sílex y *Amm. algerianus*, *Amm. bosensis*, *Amm. Davoci*, *Ter. Aspasia*, *Ter. cerasolum*, *Spiriferina rostrata*, etc.;
 Lias superior. — Margas y calizas (parte del *ammonítico rosso*), y calizas con sílex. Este nivel, muy característico, contiene: *Amm. cornucopiae*, *Amm. Nilssoni*, *Amm. mimatensis*, *Amm. bifrons*, *Amm. comensis*, *Amm. Mercati*, *Amm. emplanatus*, *Amm. insignis*, *Amm. fibulatus*, *Amm. subarmatus*, *Ter. erbaensis*, etc.;

(1) Canavari e Cortese, *Sui terreni secondari dei dintorni di Tivoli*. (Bull. R. Comit., 1881.)

(2) Cenno sui terreni dell' isola d'Elba. (Bull. R. Comit., 1870.)

(3) *Geologische Beobachtungen aus den Centralapenninem*. (Benecke, *Geognostisch-paläontologische Beiträge*, II, 2, 1869.) — Baldacci e Canavari, *La regione centrale del Gran Sasso d'Italia*. (Bulletino R. Comitato geol. d'Italia, 1884, números 11 y 12.)

Dogger.—Capas con *Amm. ultramontanus*, *Amm. Circe*, *Amm. Murchisonæ*, *Amm. fallax*, *Amm. gonionotus*, *Amm. Humphriesianus*, etc.;

Pizarras con *Aptychus*.—(*Apt. punctatus*, *Apt. lamellosus*, *Apt. Beyrichi*, *Ter. Bouei*.)

Titónico.—Mármol fosilífero con *Belem. conophorus*, *Apt. punctatus*, *Apt. Beyrichi*, *Apt. latus*, *Amm. ptychoicus*, *Amm. Kochi*, *Amm. quadrisulcatus*, *Amm. Stuszezi*, *Amm. geron*, *Amm. carachtheis*, *Amm. volanensis*, *Amm. hispinosus*, *Amm. cyclotus*, *Ter. triangulus*, etc.;

Neocomiense.—Caliza de color claro (Felsenkalk), con *Amm. Tethys*, *Amm. infundibulata*, *Amm. quadrisulcatus*, *Amm. subfimbriatus*, *Amm. Grasianus*, *Amm. intermedius*, *Ter. euganeensis*, etc.;

Creta media y superior (scaglia).

Los Sres. Nicolis y Paroua ⁽¹⁾ han dado por su parte á conocer en la provincia de Verona hiladas con *Posidonomya alpina*, capas con *Amm. transversarius*, la zona del *Amm. acanthicus*, y depósitos titónicos que contienen una fauna casi idéntica á las de Loja y de Cabra.

En Lombardía se encuentran también la mayor parte de esos horizontes: capas con *Arietites* (hiladas de Saltrio), el medolo con *Amm. algerianus* de Brescia y calizas rojas con *Amm. bifrons* representan el liás, que se halla desarrollado principalmente en Erba y ha sido objeto de notables monografías paleontológicas ⁽²⁾; el dogger se halla representado por las capas con *Posidonomya alpina*, y las hiladas con *Amm. Murchisonæ* del cabo San Vigilio; el jurásico superior se ofrece bajo la forma de pizarras con *Aptychus* y capas con *Amm. acanthicus* (Tirol meridional); el titónico contiene por todas partes la misma fauna, y el neocomiense, ya con el nombre de *majolica* (*Aptychus Didayi*), ya con el de *biancone* (*Amm. semisulcatus*, *Amm. Grasi*, *Amm. Astieri*, *Amm. crioceras*, etc.), se asemeja siempre al de Sicilia, Provenza, islas Baleares y Andalucía meridional.

(1) *Note stratigrafiche e paleontologiche sul Guira superiore della provincia di Verona.* (Bull. Soc. geol. Italiana; Roma, 1885.)

(2) *Meneghini, Monografia de los fósiles de la caliza roja amonitifera de la Lombardía, etc., y Apéndice: Fósiles del medolo* (in Stoppani, *Paleontologia lombarda*, 4.ª serie; Milán, 1867-1884).

No hemos de insistir ahora sobre los depósitos más conocidos del Tirol⁽¹⁾ y de los Alpes austriacos y bávaros⁽²⁾. Bástenos recordar que las capas de Hierlatz y de Adueth, contienen, con *Ter. Aspsasia*, cefalópodos idénticos á los de Albana y la sierra Elvira, y muestran bancos gruesos de calizas con erinoides: que el toarciense, bajo el tipo del *Fleckenmergel*, de parte de las capas de Adueth⁽³⁾ y de las de Algaü, presenta en su fauna grandes analogías con el *ammonítico rosso*; que las capas de Klaus (dogger) contienen *Posidonomya alpina*, y que tanto el malm como el titónico conservan en aquellas regiones el carácter ya descrito. Asimismo, el neocomiense, representado en ellas, ya por hiladas con *Aptychus Duboyi* (*Neocomiptychenkalk*), ya por las que contienen amonitas (*majolica*, *biancone*, *Schraubenschichten*, pizarras de Teschen, *Stollbergsschichten*, *Rossfeldschichten*), puede ponerse en exacto paralelismo con el de Andalucía.

Esas diversas series muestran de un modo indudable que existe, desde Andalucía hasta el norte de los montes Apeninos, una zona casi continua en la que los terrenos jurásico y neocomiense aparecen con los mismos caracteres.

Semejantes afinidades llamaron ya la atención de Verneuil al escribir que «los distritos de Málaga y de Ronda tienen una constitución geológica muy análoga á la de los Alpes venecianos, y señalar en los alrededores de Antequera rocas semejantes al *ammonítico rosso* y al *biancone* de Italia. Esa analogía es sobre todo notable en el lias medio (capas con *Ter. Aspsasia*) con sus calizas compactas y otras con erinoides, y la tendencia coralígena de su fauna, y en el lias superior (*ammonítico rosso* en parte), en el cual todas las formas que hemos mencionado en Andalucía, aun las más especiales, tales como

(1) Benecke, *Trias und Jura in den Südalpen* (Geognostisch-paläontologische Beiträge, tomo I, 1866).

(2) Von Hauer, *Die Geologie und ihre Anwendung auf die Kenntniss der Oesterreich-Ungarischen Monarchie*, 2.^a edic.; Viena, 1878.—Véase además Oppel, *Ueber das Vorkommen von jurassischen Posidonomyngesteinen in den Alpen* (Zeitschr. der. d. geol. Ges., 1863); *Ueber die Brachiopoden des unteren Lias* (Zeitschr. d. deutschen geol. Ges., 1864); Gumbel, *Geognostische Beschreibung des Bayerischen Alpengebirges und reines Vorlandes*, Gotha, 1864; Zittel, *Verh. der k. k. geol. Reichsanstalt*, tomo VIII; Neumayr., *ibid.*, 1877, etc.

(3) Casi todas las amonitas que hemos citado en el lias de Andalucía (*Amm. tardecrescens*, *Amm. coras*, *Amm. multicostatus*, *Amm. radians*, *Amm. complanatus*, *Amm. bifrons*, *Amm. romensis*, *Amm. cylindricus*), se encuentran en las hiladas liásicas de Adueth (Alpes austriacos).

el *Amm. laticensis* y los *Aulacocerat*s, se encuentran hasta en Lombardía (1). El dogger, á pesar de algunos rasgos bastante constantes en su fauna [*Posidonomya alpina*, *Amm. Murchisonae*, *Amm. Humphriesi*], es de un aspecto más variable; pero, en cambio, la ausencia casi constante de toda fauna batónica es todavía otro carácter general de dicha zona, en la que la presencia de la hilada con *Heliopus* de El Chorro constituye un hecho casi excepcional. Con respecto al malin y al neocomiense, debe notarse que las pizarras con *Aptychus* representan en esa misma zona un tipo más especial, mientras que, por el contrario, las del titónico y neocomiense margoso se extienden, casi sin modificaciones, por una región mucho mayor (Provenza, Alpes y Carpatos).

Si ahora considerásemos comarcas separadas de esa repetida zona, las capas y las faunas nos mostrarían grandes diferencias: es verdad que desde el punto de vista petrológico hemos asemejado ciertos depósitos de Andalucía á los infralíasicos de Provenza; pero en esta última región el lias medio sólo muestra remotas relaciones con el de la zona tirrena [*Rhynch. Dubnisi*, *Amm. algerianus*], y aunque las especies comunes son más numerosas en el lias superior, entre las cuales ciertas amonitas adquieren gran extensión geográfica, tanto la composición de los bancos como el conjunto de la fauna corresponden á otro tipo. El dogger de la alta Provenza y de los Prealpes suizos se asemeja al de las capas de Klaus y de ciertos niveles del Tirol (*Phylloceras* (2), *Amm. tripartitus*, *Amm. fallax*, *Posidonomya alpina*), pero, aun sin hablar de su mayor espesor, difiere esencialmente de los representantes bayocenses de la zona tirrena.

Los tipos de ésta que se extienden hasta los Alpes franceses y suizos conservando el mismo aspecto, son únicamente los del horizonte del *Amm. acanthicus*, del titónico con sus brechas y del neocomiense margoso, y es, por otra parte, bien sabido que un poco más al noroeste empieza á predominar en esos depósitos, de un modo casi uniforme, el aspecto, más bien litoral, de los del norte de Europa.

Así, la zona tirrena posee su individualidad propia y numerosas relaciones con la alpina, las cuales se marcan sobre todo en el fin de

(1) La fauna de las calizas rojas con amonitas de Lombardía, se ha estudiado por los Sres. Meneghini y Stoppani.

(2) W. Killian, *Description géologique de la montagne de Lure*. (*Ann. des sc. géol.*, tomos XIX y XX.)—Gilliéron, *Materiaux pour la carte géol. suisse*, entrega 42, 1873; entrega 48, 1885.

la época jurásica; pero no por eso deja de señalarse en la primera, desde los Apeninos hasta Andalucía, una comarca que puede decirse tiene la misma historia que la de aquélla durante la época jurásica, y otra historia bastante especial para poder formar por lo menos un capítulo aparte en la de la región mediterránea (1). Si insistimos sobre este particular, es para hacer resaltar una vez más el estrecho parentesco que existe entre las condiciones de los depósitos y los fenómenos orogénicos posteriores.

En efecto, M. Suess (2) ha demostrado que los Apeninos, las colinas de Sicilia y del norte de Argelia y las cordilleras de Andalucía presentan en su estructura una porción de relaciones íntimas y forman una serie sinuosa de plegaduras homólogas cuya continuidad apenas la disimulan las angosturas que se interponen; es decir que, en resumen, esa serie está constituida por una sola y misma cordillera, en el sentido geológico de la palabra, la cual cordillera, con sus alturas muy diversas, se extiende desde los bordes del Guadalquivir al norte de Italia; pero la verdad es que todavía no ha podido establecerse la manera como esa cordillera se enlaza con los Alpes.

El lugar que ocupa corresponde exactamente al de la zona tirrena, tal cual acabamos de seguirla y estudiarla; de modo que su posición aparecía ya señalada desde la época jurásica por un *geosinclinal*, en el que las condiciones y modificaciones de los depósitos han sido las mismas hasta el fin del período neocomiense.

Véase, para terminar, el cuadro que en las inmediatas páginas 458 y 459 muestra la correspondencia de las capas jurásicas y cretáceas de Andalucía con las de otras regiones.

TERRENO EOCENO.

HISTORIA.—Hace ya mucho tiempo que se señalaron en Andalucía hiladas numulíticas. En 1857, Ansted estudió depósitos eocenos en las inmediaciones de Málaga, y mencionó en la base de ellos una caliza oolítica. Más tarde, de Verneuil y Colomb dieron datos muy útiles acerca del eoceno del mediodía de España, merced á los cuales, y á los fósiles que esos geólogos recogieron, pudo d'Archiac des-

(1) Recordemos que en 1858 M. Marcou admitía la existencia de una provincia hispano-alpina.

(2) *Das Antlitz der Erde*, tomo I, pág. 303.

cribir, en su *Histoire des progrès de la géologie*, el numulítico de Andalucía.

Descripción de las capas.

Los islotes montañosos, como los llamó d'Archiac, que forman las sierras jurásicas de la región de que hablamos, están rodeados de capas numulíticas plegadas, en medio de las cuales emergen á modo de arrecifes. A veces el eoceno afecta un carácter litoral á la inmediación de esos islotes, cuyas rocas se hallan con frecuencia perforadas por litófagos (puerto de Zafarraya).

De Verneuil señaló la verdadera semejanza que ofrecen con el triás ciertos bancos numulíticos, y, en efecto, se observa en la composición de este último terreno que á capas de areniscas con numulitas, calizas y mármoles blancos con alveolinas, siguen depósitos arcillosos, generalmente de color de heces de vino, que pudieran confundirse fácilmente con las margas irisadas del triás, y todavía completan en ocasiones la referida semejanza unas areniscas cuarzosas pardo-rojizas. 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 numerosos y por la naturaleza fangosa del suelo.

En resumen: margas de variados colores, más ó menos endurecidas, margas grises, calizas marmóreas, areniscas grisáceas con numulitas, areniscas síliceas pardas y, á la inmediación de las sierras, conglomerados litorales; tales son los elementos que habitualmente componen el eoceno de las provincias de Granada y Málaga, pero falta agregar que también se encuentra yeso en las capas numulíticas.

Las hiladas de este terreno parece que avanzan mucho hacia el interior del país (hasta cerca de Andújar); se ofrecen también en la serranía de Ronda, y, por levante, en las provincias de Murcia, Alicante é islas Baleares. En la región que nosotros hemos estudiado forman una faja meridional á lo largo del litoral, y otra al norte, que 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 en grandes asomos sobre la ladera septentrional de la zona plegada comprendida entre Gobantes y Montefrío, por Antequera y

Correspondencia de las capas jurásicas y cretáceas de Andalucía con las de otras regiones.

PROVINCIA DE GRANADA Y MÁLAGA.	OTRAS REGIONES.
22) Capas con <i>Anachytes</i> de Montefrío.	Sonnensense 23.
23) Caliza sacaroides de Gabria. Caliza con sílex.	Trociana 24. Apennense 25.
Calizas margosas de Blera y de Capri (Italia). <i>Amm. difficilis</i> , <i>Amm. sussexensis</i> , <i>Amm. quatuordecimata</i> , Calizas margosas de Loja y margas con ammonías pir- tosas: <i>Amm. Astéri</i> , <i>Amm.</i> <i>Grasi</i> , <i>Amm. quadriscala-</i> <i>tus</i> , <i>Amm. Calpini</i> , <i>Amm.</i> <i>neocomensis</i> , <i>Amm. infan-</i> <i>ditulum</i> , <i>Bel. latus</i> .	Capes con <i>S. Lam</i> de Puy-vez, de los Bédouins, Wormsdor- elbitten, normensis. Nivel superior inferior de Provenza, de Venecia, de los Bédouins, de la Argelia, de la Prusia, de Polonia, de Silesia, de Sura ru- postre, de Silesia superior, de Strambitz, de Silesia, de Rossfeld- schichten, de Neumarkt, de los Alpes orientales y de Italia.
Brecha con elementos rodados 24. Titónico superior (Fuente de los Frailes): <i>Amm. Kochi</i> , <i>Amm.</i> <i>pychocicus</i> , <i>Amm. Calisto</i> , <i>Amm. Chaperi</i> , <i>Amm. Mollati</i> , <i>Amm. Negrelli</i> , <i>Pygope diphy</i> , <i>P. janitor</i> , <i>Melaporphinustrans-</i> <i>versus</i> , <i>Hemicidaris Zignoii</i> , etc. Titónico inferior: <i>Amm. transitorius</i> , <i>Amm. ptychocicus</i> (= <i>se-</i> <i>misulcatus</i>), <i>Amm. municipalis</i> , <i>Amm. Liebighi</i> , <i>Amm. Jeron</i> , <i>Amm. volanensis</i> , <i>Amm. longispinus</i> , <i>Amm. colubrinus</i> , <i>Amm. Loryi</i> , <i>Pyg. diphy</i> , <i>Pyg. janitor</i> , etc.	Brechas de los Bajos Alpes, de la Drôme, de Chomerau, etc. y caliza de Berrias 26. Titónico de Strambitz, de Lamora, de la Porte-de-France, del Veronais, de las Sette Comuni, de la Argelia y de la Sici- lia, Klippeukalk y Diphyskalk del Tirol, del Apennino, de los Carpátos, de los Alpes bávaros y suizos. Caliza brechiforme de las cordilleras subalpinas.
Capas del Torcal con <i>Amm. Loryi</i> , <i>Amm. cf. agri-</i> <i>gentinus</i> , <i>Amm. hominidis</i> , <i>Amm. saxonicus</i> , <i>Amm. Fouqueti</i> .	Capas con <i>Amm. arcauthicus</i> de los Carpátos, del Tirol, del Ve- ronais, de los Bajos Alpes, Bizarras con <i>Aptylodus</i> del Ape- nino central, capas con <i>Amm. acumbiens</i> de los Alpes feli- burgenses, etc.
Calizas diversas. <i>Amm. bimammatus</i> Calera, <i>Amm. parame-</i> <i>tus</i> (Torcal).	Caliza con ceriontada y colada con <i>Amm. bimammatus</i> de los Alpes felicitenses y de los Bajos Alpes (Chablais), Saint-Geniez, etc.
Capas de El Chorro con <i>Hedynus polytypus</i> , <i>Blaschkei</i> , <i>cf. ca-</i> <i>rius</i> , <i>Ter. circumdata</i> .	Capas de Klaus: capas con <i>Post. alpinus</i> del Tirol, de Cesaria de Portugal, de Verona.
Calizas con <i>Amm. Murchisoni</i> , <i>Post. tampa alpina</i> .	Capas del valle de San Valdo, bajo conchifalónicas de los Bajos Alpes, capas de los Alpes berneses con <i>Post. alpina</i> y <i>Amm. Murchisoni</i> .
Lias superior, calizas margosas: <i>Amm. Lorisoli</i> , <i>Lefroyi</i> , <i>sub-</i> <i>planatus</i> , <i>insipis</i> , <i>subulsoni</i> , <i>Mercati</i> , <i>Comaniniensis</i> , etc.	Lias superior 27, de los Alpes bávaros, de Tiro, del Apennino, de Montafion, del Avespino.
Calizas margosas con <i>Pygope orbatus</i> , <i>Amm. alpinus</i> , <i>Amm. Bertrandi</i> , var. <i>cf. retorsionata</i> , <i>Amm. brensis</i> . Capas con <i>Pyg. Aspidi</i> , <i>Spiz. rostrata</i> ; calizas con entroques y con <i>Amm. effendicus</i> , <i>Amm. coras</i> , etc.	Capas con <i>Amm. alpinus</i> de Silesia, del Apennino, de cap. mable de la Lombardia, capas con <i>Pyg. Aspidi</i> de Silesia y de los Alpes, capas d'Alloch, d'Haritz y Fie-Kommerzel (p. <i>Pyg.</i>), calizas con entroques de los Alpes orientales.
Dolomías, carniolas, margas verdes (lias inferior e infra-las).	Infra-las de Provenza.
<i>Substratum</i> . — Trias superior: <i>Gerrillia precursor</i> , <i>Mypophoria</i> <i>vestita</i> , <i>Natica gregaria</i> .	Trias superior.

Archidona. Según el Sr. Gonzalo y Tarín, alcanza en el puerto del Hornillo la altitud de 1630 metros.

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.

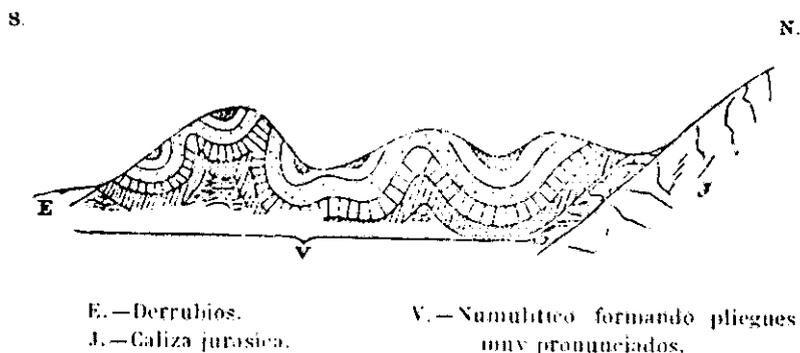
A su formación siguieron nuevos y violentos movimientos del suelo, á consecuencia de los cuales las capas numulíticas aparecen por lo común muy plegadas y separadas, por una nueva discordancia, de la molasa helvética.

FAJA SEPTENTRIONAL.—El numulítico, bajo la forma de margas endurecidas blancas y amarillentas, y de areniscas pardas muy cuarzosas, se halla muy desarrollado en los alrededores de la venta de Alfarate; un poco al sudoeste de ésta, siguiendo la carretera de Málaga, hasta la caseta de peones camineros, se encuentran esparcidos grandes cantos de lumaquelas con numulitas, y, marchando á poniente hacia las colinas onduladas que limitan la sierra jurásica, puede observarse la serie casi completa de las hiladas del tramo, tal por lo menos cual nos ha parecido que está constituida en nuestra región.

Las capas se muestran muy contorneadas, formando hasta cinco plieguecillos sinclinales sucesivos; pero un barranco que atraviesa la línea de las colinas permite abarcar el conjunto del corte representado en la fig. 9 y apreciar con toda claridad la sucesión de las hiladas. Unos conglomerados que aparecen en la base indican la proximidad del litoral eoceno; sigue encima un potente depósito compuesto por abajo de margas rojas, en las que se intercalan numerosos lechos, delgados y bien estratificados, de calizas margosas y de areniscas parduzcas por arriba, el cual depósito, que no nos ha dado fósiles, cubre extensas superficies en la planicie; van después, en bastante espesor, areniscas calíferas gris-parduzcas, de grano fino, que contienen algunos lentejones de margas verdes, numulitas, restos de crinoides y dientes de escualos, y hacia la parte superior esas areniscas resultan cada vez más calcáreas, y las numulitas forman en ellas verdaderas lumaquelas. En fin, el fondo de los sinclinales lo ocupan unas margas endurecidas, sabulosas, violáceas, que encierran

conchas bivalvas y de gasterópodos, mal conservadas, y dientes de escualos; las cuales margas, al descubierto en ese paraje, y cuyo nivel no hemos podido reconocer con seguridad en ninguna otra parte, forman allí la porción superior del numulítico. Los conglomerados

Fig. 9.—Corte al norte del cortijo de Magdalena.



de la base pueden observarse en muchos sitios, tales como al norte del valle de Abdalajís, cerca de Alfarnate, inmediaciones de Guaro, Alcaucín y al pie de la sierra jurásica de Zafarraya. Con toda evidencia representa una brecha de playa, confirmándolo así el que muestra oquedades practicadas por moluscos y numerosas huellas de espongiarios perforantes (*Vion*).

La serie de margas rojas es la que aparece más desarrollada, formando la mayor parte de los yacimientos, y en ella 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, ya cerca de Alfarnate, ya en la depresión que sigue el camino de Loja á la venta de Los Alazores, y además hemos encontrado 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 hemos observado, 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 en los de las cercas entre Villanueva del Rosario y Villanueva del Trabuco, y

también las hemos visto *in situ* hacia lo alto del puerto por donde pasa la carretera vieja, al sur de Antequera.

Los asomos de las areniscas superiores del numulítico son menos extensos, pero bastante numerosos; pueden citarse en Villanueva del Rosario, cortijo de Las Perdices, al pie noroeste 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 Alfarate, abundan las numulitas en margas grises, que también nos han suministrado *Aptychus*, probablemente acarreados.

Muchos autores, pero principalmente Silvertop, han señalado la presencia del numulítico con *Pecten reconditus* (?) entre Alhama y Loja, cerca de Salar; pero nada de semejante hemos visto por aquellos contornos.

El mismo Silvertop, y después, en 1869, de Verneuil y Collomb, citaron en Montefrío el numulítico con *Serpula spirulæa*, y efectivamente hemos visitado ese yacimiento, que es el más rico en fósiles en la región de nuestro estudio. Hállase á levante de la villa, al borde de un arroyo, en el paraje llamado Huertezuela, donde el numulítico, muy desarrollado y con buzamiento al SO., está constituido por margas grises con numulitas grandes y pequeñas, entre las cuales margas se intercalan otras rojas y bancos de caliza formada por una lumaquela de numulitas de diversos tamaños. Este depósito asoma hasta casi tocar la villa dicha, á cuyas inmediaciones se ocultan por bajo de molasas helvéticas.

En él recogimos:

Serpula spirulæa, Lam.,

Assilina, sp.,

Orbitoides, sp.,

Nummulites, sp.

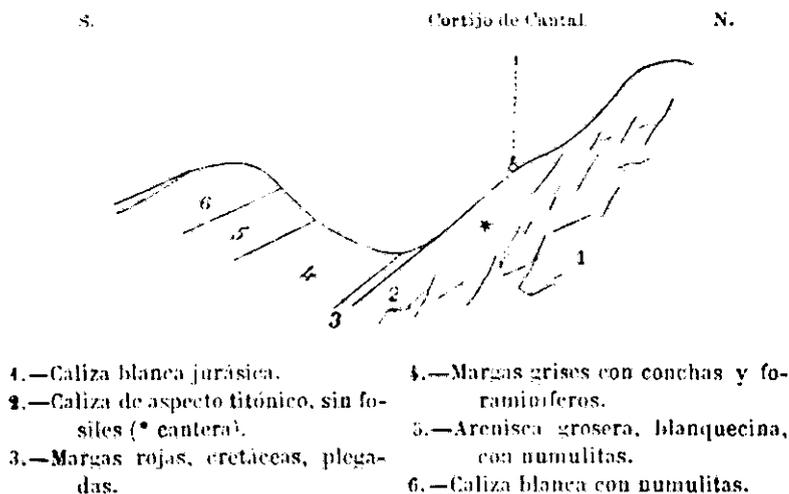
Margas grises con numulitas asoman también, no lejos de una venta, en la carretera de Granada á Jaén, acompañadas de una arenisca amarillenta y de un banco de conglomerado calizo numulífero.

El Sr. Munier-Chalmas, que ha tenido la bondad de examinar las numulitas que recogimos, sólo ha encontrado especies del eoceno medio.

FAJA LITORAL.—Todos los autores que han visitado el país, han hecho mención del terreno numulítico á las inmediaciones de Málaga. Puede, efectivamente, observarse á lo largo de la costa, á levante de esa capital, una serie de pintorescas, aun cuando áridas escarpas, más ó menos cercanas al mar, formadas por rocas blancas; y examinadas éstas, en los parajes en que no las cubren tobas y brechas pliocenas, se ve que están constituidas por una caliza blanca, mármorea, muy dura, de fractura astillosa, á veces oolítica, en la cual se reconocen secciones de alveolinas que permiten determinar su edad.

A levante de El Palo, y no lejos de una casa aislada que lleva el nombre de cortijo de Cantal, pueden estudiarse los cortes representados en las figuras 10, 11 y 12.

Fig. 10.—Corte tomado á levante de El Palo.

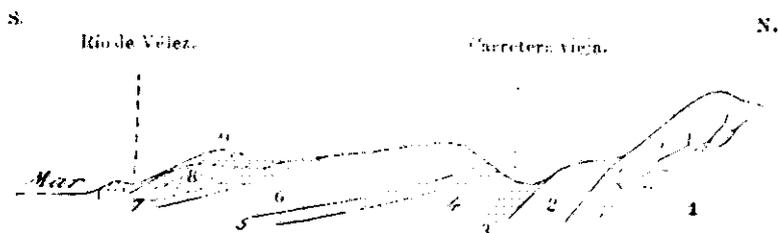


- | | |
|---|---|
| <p>1.—Caliza blanca jurásica.</p> <p>2.—Caliza de aspecto titónico, sin fósiles (* cantera).</p> <p>3.—Margas rojas, cretáceas, plegadas.</p> | <p>4.—Margas grises con conchas y foraminíferos.</p> <p>5.—Arenisca grosera, blanquecina, con numulitas.</p> <p>6.—Caliza blanca con numulitas.</p> |
|---|---|

Contra las calizas jurásicas, cubiertas por una hilada poco gruesa de margas rojas y blancas, hojosas y plegadas, que creemos corresponden al neocomiense, se apoyan las capas numulíticas, constituidas en la base por margas grisáceo-violáceas, llenas de foraminíferos y de destrozos de conchas bivalvas indeterminables. Siguen encima areniscas groseras con granos de cuarzo, numulitas y gasterópodos (*Cerithium?*), y después bancos de mármol blanco cuajado de alveolinas.

Estos mármoles, con frecuencia oolíticos, forman á lo largo de la costa una faja que se continúa hasta Málaga, en algún punto de la cual hemos observado intercalaciones de areniscas parduzcas muy finas y de margas endurecidas, de color gris claro, con algunas numulitas.

Fig. 11.—Corte al oeste y cerca del precedente.



- | | |
|--|---|
| 1.—Caliza blanca, jurásica. | 6.—Caliza blanca con numulitas y porciones oolíticas. |
| 2.—Caliza titónica, rósea, brechonda. | 7.—Arenisca fina y margas endurecidas con numulitas, (Inclinación al SE.) |
| 3.—Margas rojas y blancas, hojosas y plegadas. | 8.—Caliza cristalina blanca con manchas azuladas y oolitas blancas. |
| 4.—Margas grises con foraminíferos. | 9.—Brecha superficial. |
| 5.—Arenisca gruesa con granos de cuarzo y numulitas. | |

El numulítico de la costa se halla en estratificación discordante con los terrenos mas antiguos.

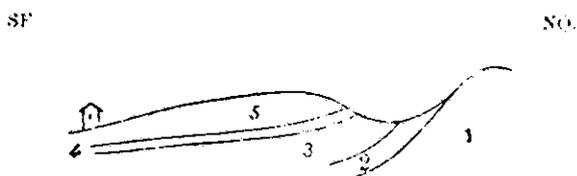
Cerca del Rincón de la Victoria se observan, á lo largo de la carretera de la capital á Torre del Mar, calizas blancas con muchas alveolinas, y, finalmente, la montaña en que se halla el castillo de Vélez Málaga termina en su parte superior por una hilada de calizas, á trechos oolíticas, del todo iguales á esas otras, y que creemos imposible separarlas del numulítico (1).

Tenemos, pues, que el coceno se muestra en el litoral mediterráneo representado por mármoles blancos, con frecuencia finamente oolíticos, atravesados de venas espáticas, que se observan cerca del Rincón de la Victoria, al este de Málaga, y en el castillo de Vélez

(1) Según los Sres. Taramelli y Mercalli, las calizas del castillo de Vélez-Málaga pertenecerían al lias inferior.

Málaga, y que en el cortijo de Cantal esas calizas descansan sobre areniscas, con numulitas y gasterópodos (1), asociados á margas violáceas.

Fig. 12. —Corte á levante de los dos anteriores.



- | | |
|---|---|
| 1.—Caliza blanca jurásica y caliza tiónica. | 4.—Arenisca gruesa, tierna, de color blanquecino, con numulitas y gasterópodos. |
| 2.—Margas rojas endurecidas, con guijas jurásicas y granos de cuarzo. | 5.—Caliza marmorea, blanca, con numulitas. (Inclinación al SE.) |
| 3.—Margas grises del numulítico. | |

RESUMEN. —El tipo de la faja septentrional numulítica nos ha mostrado (corte del cortijo de Magdalena) de abajo arriba:

Areniscas pardas y margas de muchos colores (a).

Calizas y areniscas calcáreas con numulitas (b).

Margas violáceas con foraminíferos, las cuales parecen contener una fauna variada de gasterópodos y bivalvas (c).

En Montefrío, la hilada b está representada por margas con *Serpula spirulata*, orbitoídes, asilinas y numulitas (eoceno medio).

El tipo del litoral presenta:

Margas violáceas con foraminíferos, bivalvas, etc. (a).

Areniscas cuarzosas con gasterópodos y numulitas (b).

Calizas blancas, en bancos gruesos, con alveolinas (c).

Si las margas c del tipo septentrional son, como efectivamente pa-

(1) No pudimos detenernos á buscar ejemplares de gasterópodos bastante bien conservados para su determinación, que sería de gran interés.

recen serlo, el equivalente de las margas *a* de la faja litoral, las calizas con alveolinas constituirían la porción más alta del terreno numulítico de las provincias de Granada y Málaga.

Fósiles recogidos en el numulítico de Granada y Málaga.

- Lamna* (diente de).—Al norte del cortijo de Magdalena.
Serpula spirulara, Lam.—Montefrío.
 Gasterópodos (diversos).—Al norte y en el cortijo de Magdalena.
 Bivalvas indeterminables.—Al norte y en el cortijo de Magdalena.
Pentacrinus sp.—Al norte del cortijo de Magdalena.
Vioa sp. (perforaciones).—Al norte de Guaro.
Orbitoides sp.—Montefrío.
Assilina sp.—Montefrío.
Nummulites (diversas especies de).—Por todas partes.
Alveolina sp.—Abundante en la zona litoral.
Fucoides y *Cancellophyceus*.—Inmediaciones de Villanueva del Rosario, Baños de Vilo.

De Verneuil y Collomb citaron:

- Nummulites perforata*, d'Orb., var. *C*.—Inmediaciones de Granada.
 — *Ramondi*, Defr.—Inmediaciones de Málaga.
 — *biarritzensis*, d'Arch.—Inmediaciones de Málaga.
 — *spira*, de Roissy.—Inmediaciones de Málaga.

En la colección del primero de esos geólogos se conservan ejemplares con las determinaciones siguientes:

- Nummulites Lucasana*, Defr.—Montefrío.
 — *Ramondi*, Defr.—Montefrío.
 — *granulosa*, d'Arch.—Montefrío, Iznajar.
 — *placentula*, Desh.—Montefrío.
 — *perforata*, d'Orb.—Montefrío, Iznajar.
 — *Verneuili*, d'Arch.—Montefrío.
Serpula spirulara, Lam.—Montefrío.

Esa colección contiene también una belemnita recogida en las margas con numulitas de Montefrío, y, finalmente, d'Archiac dió (*Hist.*

des progrès de la géologie, tomo III) una buena descripción de la faja numulítica del litoral á levante de Málaga, citando en ella, entre otras, las especies:

Nummulites Ramouli, Defr.

— *biarritzensis*, d'Arch.; var. *inflata*, d'Arch.

— *biarritzensis*; var. *moneta*, Defr.

— *spira*, Boissy.

Operculina Boissyi, d'Arch.

Alveolina elliptica, d'Arch.

Biloculina indeterminable.

TERRENO MIOCENO.

La base del terreno mioceno no aparece en Andalucía: al depósito de las hiladas numulíticas que se muestran en ese país, siguió sin duda un período de emergencia del suelo, y las aguas no volvieron á invadir la región sino en el del mioceno medio, representado por numerosos testigos.

Diversos isleos de molasa, desmantelados y espaciados al norte de la cordillera Bética, demuestran que durante el período helvético existía una comunicación entre el Mediterráneo y el Atlántico, mediante un estrecho que limitaban por el norte la sierra Morena y la meseta central de España, y por el sur la sierra Nevada con sus prolongaciones hacia levante y poniente.

A esos depósitos, francamente marinos, sucedieron, cerca de Granada, formaciones primero litorales y detriticas y después salobres, terminándose por fin el mioceno con otra lacustre.

Tres grandes discordancias estratificas se observan en relación con las hiladas miocenas: la primera precedió á la formación de la molasa, que descansa indiferentemente, ya sobre terrenos secundarios ó primarios, ya sobre el numulítico ⁽¹⁾; la segunda, posterior á esa formación de la molasa, separa á ésta de la tortonés, y la tercera corresponde al principio de la época pliocena.

Debemos, pues, estudiar sucesivamente:

1.º El mioceno medio, representado por el tramo helvético;

(1). Esa discordancia se señaló por de Verneuil.

2.º El mioceno superior, constituido por los tramos tortonés, sarmático y mesinense.

MIOCENO MEDIO.

TRAMO HELVÉTICO.

HISTORIA.—En su notable libro acerca de las cuencas terciarias del sur de España, Silvertop señaló (1854) la existencia de depósitos marinos cerca de Antequera y de Granada, y mencionaba la presencia de la *Ostrea longirostris*, Goldf., en la primera de esas localidades.

De Verneuil y Collomb llamaron asimismo la atención en 1855 sobre las hiladas del mioceno marino, muy levantadas, de las inmediaciones de Málaga, y posteriormente la molasa de las provincias de Granada y Málaga se ha estudiado por los Sres. Gonzalo y Tariu, de Orueta y von Drasche; pero los datos que se deducen de todos esos trabajos son bastante vagos y con frecuencia contradictorios. Von Drasche citaba en la molasa de Escúzar el *Pecten Zitteli*, que es especie helvética, y otros han colocado los depósitos correspondientes de Montefrío, del tajo de Albama y de otros puntos, así como los conglomerados y confolitas de la *blockformation*, en el plioceno; á pesar de haber mencionado en esa molasa los *Pecten opercularis*, *Pecten Zitteli*, *Ostrea crassissima* y *Terebratula grandis*, que son conchas miocenas, con la *Javira Jacobara*, que es pliocena. De esa opinión participaron también los geólogos italianos que, con motivo de los terremotos, visitaron el país, y colocaron en el plioceno las calizas con *Lithothamnium* y los conglomerados del valle del Genil.

EXTENSIÓN GEOGRÁFICA.—Es seguro que el mar helvético ocupó toda la cuenca de Granada; pero de los depósitos que en su fondo se acumularon no quedan hoy sino algunas manchas poco extensas que se apoyan sobre rocas antiguas ó jurásicas, formando un borde discontinuo á otros depósitos más recientes de la misma cuenca. La naturaleza de las primeras y las variaciones locales de la fauna que contienen, demuestran que corresponden á la zona litoral de aquel mar.

La molasa marina descansa ya sobre terrenos secundarios (calizas triásicas en Talará, Albuñuelas, Escúzar, Quentar, etc.; margas irisadas al norte de Loja); rocas jurásicas en Albama, Montefrío, ventorrillo de Dona, etc.), ya sobre capas numulíticas (Montefrío, cortijo

de Las Perdieces, inmediaciones de Antequera), ofreciéndose por lo común en discordancia estratigráfica con su substratum, cualquiera que éste sea (1).

Según ya lo observaron de Verneuil y Collomb, las capas de molasa, muy inclinadas, alcanzan grandes altitudes: en las laderas de la sierra Nevada se hallan á la de más de 4000 metros; en El Pradón á la de 950.

El fondo de la cuenca lacustre de Albama está formado por la molasa que se ve en Escúzar, Agrón, Albama, Albuñuelas, Restabal, Saleres y Talará, cerca del Suspiro del Moro, no lejos de Bézuar, en Quéntar, cerca de Dúdar y en Alfácar. Al norte del Genil se halla, en manchas más ó menos extensas, en El Pradón, sierra Chanza y Montefrío, así como coronando las alturas de Algarinejo y Alcalá la Real; hacia levante se muestra en Antequera y cortijo de Las Perdieces, y ocupando las cumbres desde Gobantes á la estación de El Chorro (cerca de los túneles 1 á 4 del ferrocarril de Málaga); se conoce también en la serranía de Ronda y se la puede seguir, á lo largo del valle del Guadalquivir, hasta cerca de Sevilla, de cuyas inmediaciones (Gerena y Villanueva D. Salvador Calderón nos mostro una serie de fósiles helvéticos: *Clypeaster altus*, *Clyp. pyramidalis*, *Pecten gigas*, *Pect. Beudanti*, *Pect. Besseri*... Sabido es, por lo demás, que, según el Sr. Mac Pherson, el helvético con *Clypeaster* y *Ostrea crassissima* se halla bien desarrollado en la provincia de Sevilla.

También en la provincia de Almería se encuentran, según el señor de Cortázar, capas con *Ostrea crassissima* y yesos miocenos; M. G. Boehm nos ha mostrado algunos fósiles helvéticos recogidos por él mismo en La Carolina, cerca de Linares (*Ost. crassissima*, *Ost. cf. Velaini*, *Pecten*, *Panopea Menardi*, *Terebratula grandis*); el señor Mallada ha seguido la molasa por el valle del Guadalquivir hasta cerca de Jaén, y hace ya tiempo que de Verneuil señaló su presencia en la provincia de Murcia.

Con razón este último geólogo y Collomb escribían en 1855 que la sierra Nevada emergió en la época miocena, puesto que, en efecto, si bien las hiladas de esa edad se hallan á bastante altura sobre la vertiente septentrional de la cordillera Bética, faltan por completo en la del sur, y en el litoral el plioceno descansa directamente sobre

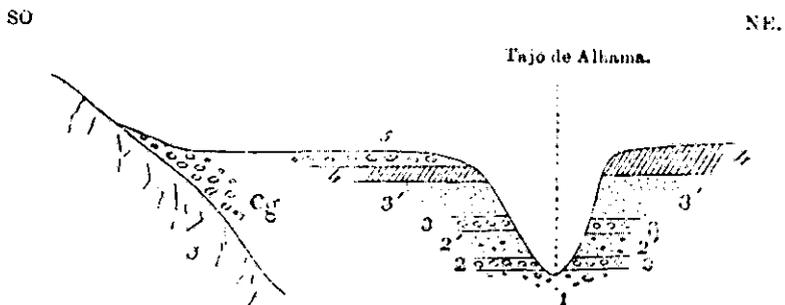
(1) Esa discordancia se ha señalado por el Sr. Gonzalo y Tarín en el Suspiro del Moro.

el numulítico. Por consiguiente, en el período en que la molasa helvética se constituyó, el mar no cubría esas porciones del suelo, y el estrecho de Gibraltar no parece que se abrió sino al comienzo de la época pliocena.

Descripción de las capas.

Siguiendo, á partir de Loja y de poniente á levante, los asomos de molasa de los bordes de la cuenca miocena, citaremos desde luego el del tajo de Alhama, que da un corte fácilmente accesible en 25 metros de altura. Por fuera de los conglomerados y brechas litorales que se apoyan sobre el isleo jurásico ya citado y que no nos han dado fósiles, se observa la sucesión que aparece en el corte representado en la figura 13.

Fig. 13. —Corte del helvético en el tajo de Alhama.



- | | |
|--|---|
| J. — Caliza jurásica. | 3. — Conglomerado de elementos rodados. |
| Cg. — Conglomerados helvéticos [litorales]. | 3'. — Caliza grosera, sabulosa, con <i>Pecten scabrisculus</i> , <i>Cidaris arenionensis</i> , terebrátulas, etc. |
| 1. — Molasa sabulosa, verde. | 4. — Caliza grosera con briozoarios y <i>Lithothamnium</i> . |
| 2. — Conglomerado de cantos angulosos. | 5. — Conglomerado de elementos pequeños. |
| 2'. — Molasa con <i>Spondylus crassicauda</i> y fragmentos de pizarras antiguas. | |

Los Sres. Taramelli y Mercalli han dado en su Memoria una vista muy exacta de ese tajo.

A la inmediación del cortijo Repicado, entre Alhama y Zafarraya, se hallan bancos de molasa con *Cidaris arenionensis*, idéntica á la

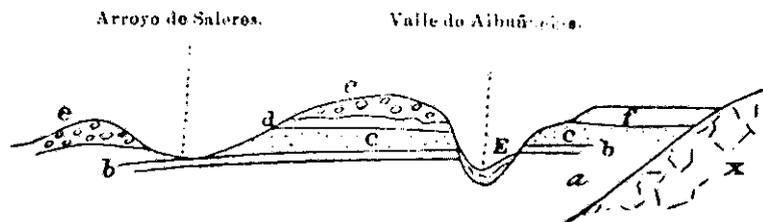
de Alhama, apoyados contra calizas jurásicas en el fondo de un sinclinal.

Entre Alhama y Jayena, el mioceno superior, en estratificación discordante y transgresiva, oculta todo el depósito helvético, que reaparece alrededor de Albuñuelas en la disposición representada en la figura 14.

Fig. 14.—Corte en las hiladas miocenas cerca de Albuñuelas.

NE.

SO



- | | |
|---|---|
| e.—Caliza cristalina. | d.—Conglomerado con <i>Clypeaster insignis</i> , <i>Ostrea Velaini</i> , etc. |
| a.—Margas grises con corbulas y turritelas. | e.—Blockformation. |
| b.—Banco con <i>Ostrea gingensis</i> . | f.—Toba caliza. |
| c.—Molasa con <i>Pecten scabriusculus</i> y <i>P. cristatus</i> . | E.—Derrubios. |

Entre Albuñuelas, Restabal y Talará se le reconoce la composición siguiente:

1.° En la base, cerca de Restabal, se hallan margas grises con fragmentos de fósiles.

2.° Un banco de ostras (*Ost. gingensis*, *Ost. Muresi*, *Ost. Boblayei*), que se intercala en la parte superior de las margas, se ve, á lo largo del ribazo que forma la orilla derecha del río que pasa por Restabal, á la inmediación de este pueblo. Las ostras desprendidas de la roca forman una acumulación considerable.

3.° Caliza sabulosa con *Pecten* y *Lithothamnium*.

4.° Caliza finamente sabulosa, tierna, con *Pecten cristatus*, *Ostrea Offreti*, *Cardita*, *Fusus*, *Turbo*, *Nucula Mayeri*, etc. Estas capas, muy fosilíferas, pero con conchas muy frágiles, aparecen sobre la misma orilla derecha en bancos muy inclinados hacia el río á consecuencia de un resbalamiento local.

5.° Arenas y molasa con muchas guijas.

6.° Arenas finas grises, con cantos calizos y *Mytilus*.

7.° Conglomerado grosero con muchas ostras grandes (*Ost. Veilaini*, *Ost. chivaensis*, *Ost. Boblayei*) y *Clypeaster insignis*, *Turritella biplicata*, una especie grande de *Perna*, balanos, etc. Este tramo se extiende en la cumbre de la meseta que separa à Restabal de Albuñuelas.

8.° Sobre todas esas hiladas se apoyan en estratificación transgresiva unas tierras rojas con bancos de cantos rodados, aunque un poco angulosos, que se han acumulado en grandes cantidades à las inmediaciones de Restabal y de Talarà. Como se verá un poco más adelante, representan el tramo tortonés.

En el mismo Albuñuelas, detrás del curato, se observan de arriba abajo (fig. 15):

Tobas calizas.

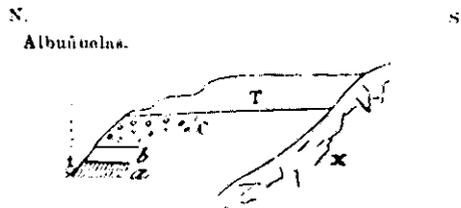
Conglomerados y calizas groseras, con abundancia de *Pecten scabriusculus*, var. *iberica*.

Lumaquela de *Ostrea gingensis*.

Margas grises con muchas ostras (*Ost. gingensis*). Esta hilada parece corresponde à la 2 de la sucesión entre Albuñuelas y Restabal, lo cual, à pesar de la diferencia de nivel entre los dos asomos, nada tiene de extraño porque las capas se inclinan sensiblemente hacia el E.

Margas con turritelas y còrbulas (*Corbula carinata*, Duj.)

Fig. 15.—Corte en el helvético de Albuñuelas.



r.—Caliza cristalina.

a.—Margas grises con turritelas y còrbulas.

b.—Banco con *Ostrea gingensis*.

c.—Molasa amarilla con *Pecten scabriusculus*, var. *iberica*.

T.—Toba caliza.

Un poco más al nordeste, en los barrancos de los alrededores de Murchas ⁽¹⁾, asoman por entre las capas miocenas, en su mayor parte del tramo tortonés, pequeños isleos de calizas antiguas y triásicas, contra los cuales se apoyan hasta cierta altura de su pie, y aun á veces formando una cornisita regular y horizontal en las cumbres, algunas porciones de molasa muy interesantes, una vez que acusan el fondo del mar helvético; las cuales, amarillentas y groseramente sabulosas, aunque con frecuente predominio del elemento calcáreo, son muy fosilíferas. En ellas se hallan numerosos briozoarios, y además:

Pecten scabriusculus, Math. (var. *talaraensis*, y *Pecten præscabriusculus*, Font., var. *iberica*),

Terebratula sinuosa, Broc., var. *pedemontana*, Lam. (muy bien caracterizada),

Ostrea Offreti, Kilian,

Cidaris avenueensis, Desm.

En el macizo de calizas antiguas de la Peña del Águila, que separa Albuñuelas de Escúzar, se hallan, después de la venta de Padul, á lo largo del camino que de ésta conduce á la villa del mismo nombre, muchas manchas de caliza helvética con *Lithothamnium*, ostras y peines, apoyadas sobre calizas cristalinas, y otras manchas análogas se ven también sobre el borde de la escarpa que, de levante á poniente, entre Padul y Agrón, sirve de límite á la cuenca miocena. La independencia de esas manchas y de la masa que llena la cuenca, aparece bien clara aun á distancia, y es, sobre todo, fácil de estudiar en Escúzar, donde, sin embargo, otros observadores, sin duda porque no se detuvieron en la localidad, llegaron á resultados muy diferentes.

La molasa de Escúzar se explota para piedra de construcción muy estimada y se empleó en la catedral de Granada. Constituye el *Lithothamnienkalk* de von Drasche, y efectivamente está llena de briozoarios y *Lithothamnium*. El geólogo acabado de citar mencionó en ella *Pecten Zitteli*, Fuchs, y *Pecten acuticostatus*, Sow., y á nosotros, además de la primera de esas dos especies, nos ha dado *Pecten scabriusculus*, Math., *Lacazella (Thecidea) mediterranea*, Risso sp., y

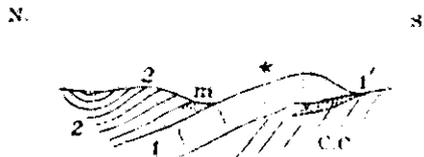
(1) Los Sres. Taramelli y Mercalli citan al nordeste de Albuñuelas: *Turritella Archimedis*, *Arca diluvii*, *Pecten Reussi*, *Pect. substrictatus*, *Ostrea digitalina*, *Ost. cochlear*, *Isocardia subtransversa*.

Ciliaris avenionensis, Desm. Separándose un poco al sur ó al oeste de las canteras en que se explota, se ve que descansa sobre calizas antiguas, aunque con el intermedio de unos bancos groseros que engloban pedazos angulosos de caliza cristalina y presentan verdaderas lumaqueles formadas por ostras de gran tamaño (*Ost. digitalina*, Dub.; *Ost. Velaini*, Mun. Ch.)

Las molasas ofrecen una notable inclinación hacia la llanura, ó sea al N., y bajando hacia ese rumbo se encuentran unas capas importantes de yeso, acerca de las cuales insistiremos más adelante, concretándonos aquí á observar que tienen la misma inclinación y se presentan como directamente sobrepuestas á las rocas helvéticas. Es verdad que su contacto con éstas no es visible; pero siguiendo por algún trecho junto al borbe, se descubre que el yeso concluye por apoyarse sobre las calizas cristalinas sin intermedio de molasa; disposición que demuestra claramente que la formación yesosa es más reciente que la de esa otra roca, y además que entre las dos existe por lo menos una discordancia transgresiva.

La figura 16 muestra esas relaciones estratigráficas.

Fig. 16.—Corte en Escuzar.



- | | |
|--|----------------------------------|
| c.c.—Caliza cristalina antigua. | 2.—Yeso mesinense. |
| 1'—Conglomerado con ostras (<i>O. Velaini</i> , etc.) | m.—Porción oculta por derrubios. |
| 1.—Molasa con <i>Lithothamnium</i> . | *.—Canteras. |

Tenemos, pues, que si á distancia el hecho de que las canteras de molasa están *topográficamente* á un nivel más alto que el yeso puede inducir á error, el examen de la disposición en que esta substancia se halla no deja lugar á dudas.

Respecto á la discordancia estratigráfica que entre esas dos formaciones pueda existir, sería interesante estudiar la cumbre de Montेरive (910 metros), á levante de La Malá, porque, á juzgar por el aspecto y el relieve de aquella colina, parece que se halla compuesta

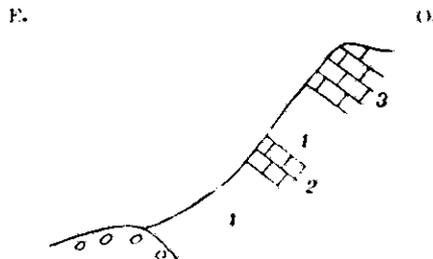
de molasa helvética rodeada de hiladas de yeso; pero no tuvimos tiempo para subir á ella.

Los Sres. Bergeron, Michel Lévy y Barrois recogieron en la molasa del valle del Genil, más allá de Pinos, *Ostrea Velaini* y *Pecten* cf. *subbenedictus*.

Continuando hacia el NE. nuestra marcha por los bordes de la cuenca miocena, la molasa se encuentra á bastante altura en las vertientes de la sierra Nevada.

En el valle de Aguas Blanquillas, cerca de Quéntar, hemos tomado el corte representado en la figura 17.

Fig. 17.—Corte a levante de Quéntar.



En esa figura son:

1. Margas grises con yeso fibroso, en lechos delgados que se apoyan sobre pizarras y calizas cristalinas negruzcas que referimos al trias.
2. Bancos de caliza lacustre intercalados en las margas 1.
3. Molasa caliza grosera con *Pecten*, *Lithothamnium*, etc.

Los bancos de molasa se han derrumbado en muchos puntos, y grandes bloques de los mismos han resbalado sobre su substratum margoso, corriéndose hasta el mismo lugar de Quéntar.

No hemos de dejar de llamar la atención acerca de las capas de yeso inferiores á la molasa y que sólo hemos encontrado en este paraje y en el de El Pradón, cerca de Loja; dejando establecido que ese yeso, fácil de distinguir por su aspecto del de Escúzar, pertenece á un tramo muy diferente del de este último.

Terminaremos la lista de los asomos del borde de la cuenca miocena con el de Alfácar, al norte de este lugar. Está constituido por un tramo de areniscas groseras, muy inclinado hacia el S., bien descubierto, pero sólo visible en algunos metros cuadrados, rodeado de margas y de cantos tortoneses que lo cubren en estratificación discordante. En él hemos recogido *Pecten Celestini*, Font.; *P. Fuchsi*, Font.; *P. opercularis*, L.; *Ostrea Velani*, Mu. Ch.; *Ost. digitalina*, Dub.; *Ost. chicaensis*, Kil.; *Ost. Offreti*, Kil., y fragmentos de clipeasters.

Todavía puede considerarse que indican la inmediatez del antiguo litoral helvético los asomos de Antequera¹¹ y de El Chorro, cuya base la forman conglomerados de cantos voluminosos. El de Antequera, al pie de El Torreal, nos ha dado grandes ejemplares de *Ostrea crassissima* y otros de *Ost. gingensis*. En la salida de Antequera para Archidona se muestran unos asomos de molasa que dan un ejemplo magnífico de estratificación entrecruzada.

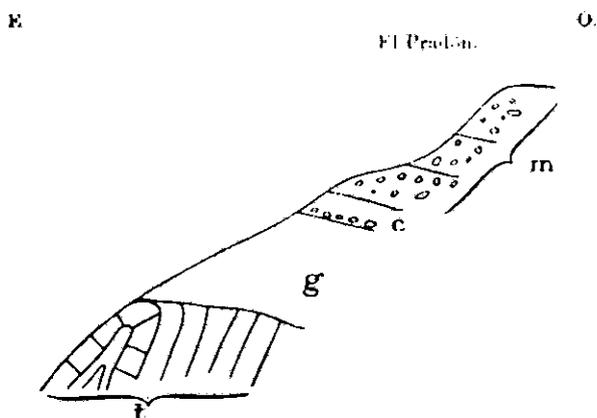
Las demás manchas de molasa que aparecen en nuestro mapa entre Bobadilla y Antequera, y en El Pradón, Algarinejo, Montefrío, etc., no muestran tan pronunciados los caracteres de depósitos litorales y forman parte de la serie, ya mencionada, que, prolongándose por levante y poniente, permitió á de Verneuil establecer el sitio por donde se comunicaban el Atlántico y el Mediterráneo.

La mancha de El Pradón tiene de notable la particularidad, más arriba mencionada, de presentar en la base bancos de yeso. Entre ese paraje y Loja, la molasa con briozoarios, dientes de escualos y *Pecten prascabriusculus* cubre directamente al triás, ahí muy contorneado (figura 13); pero un poco más al norte, en el pequeño circo que dibujan los vallejos de la vertiente oriental de El Pradón, puede observarse una serie de margas grises, rojas y verdes, yesíferas, próximamente horizontales, que dan asiento, en concordancia estratigráfica, á los bancos gruesos con *Pecten prascabriusculus* de la cumbre; inmediatamente por bajo de los cuales las margas verdosas contienen lechos de cantos rodados con fragmentos de ammonitas, belemnitas (*Ducalia*) y *Aptichus*, procedentes del neocomiense, es decir que el conjunto de las hiladas margosas, cuyo espesor pasa de 50 metros, ocupa la misma posición que las margas con yeso de Quéntar. Los

11. Mencionados por Silvertop, que encontró en ellos *Ostrea longirostris*, Goldf.

fragmentos de fósiles y las guijas neocomienses que forman lechos en su parte superior, atestiguan las denudaciones que se produjeron en la comarca al invadirla el mar mioceno.

Fig. 18.—Corte al nordeste de Loja.



t.—Trias.

g.—Margas y yeso.

c.—Lecho de cantos rodados.

m.—Molasa helvetica con fósiles cretáceos acarreados.

Finalmente, en Montefrío la molasa nos ha suministrado algunas especies particulares ⁽¹⁾. En los bancos muy inclinados en que se asienta parte de la villa y una iglesia arruinada (figura 19), hemos encontrado:

- Pecten præsabriusculus*, Font.,
- (vecino del *scabriusculus*),
- *Tournali*, de Serres,
- *Hulgeri*, Gem.,
- Terebratula Sowerbyana*, Nyst.,
- *sinuosa*, Brocchi,
- Cidarís avinionensis*, Desm.

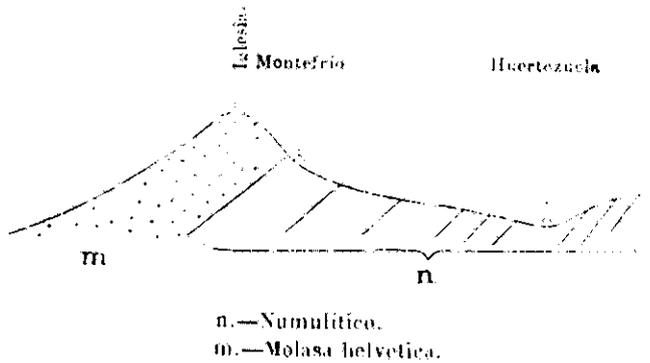
En el camino de Illora, después de algunos conglomerados que

(1) El Sr. Gonzalo y Tarín menciona el *Pecten opercularis* en el mioceno de Montefrío.

forman la base y descansan sobre el numulítico, sigue una molasa sabulosa, bien estratificada, y sobre ésta bancos gruesos con peines y briozoarios que forman cornisa en los ribazos y contienen:

- Panopæa* cf. *Menardi*, Deh.,
Ostrea Velaini, Mun. Ch.,
 — *chicaensis*, Mun. Ch.,
 — *digitalina*, Dubois.

Fig. 19.—Corte en Montefrío.



RESUMEN.—Las manchas helvéticas dan, por su disseminación, la prueba de que á su depósito siguieron profundas denudaciones. Las del sur parece que señalan con bastante exactitud la posición de la playa del mar en que se depositaron, y unas y otras corresponden, como ya veremos, á un periodo de inmersión, relativamente corto, precedido del relleno de algunas cuencas aisladas (Quéntar, El Pradón). En la fauna de las capas francamente marinas pueden señalarse ligeras diferencias locales, pero sin precisar en ella zonas diversas, á no ser por lo que respecta á los bancos con ostras grandes que, en general, parecen ser inferiores á los que contienen el *Pecten praescabriusculus*.

MIOCENO SUPERIOR.

TRAMOS TORTONES Y SARMÁTICO.

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 von 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 triás al cuaternario, pertenece por entero al mioceno superior.

Las hiladas de cantos de la base, de que desde luego vamos á hablar, alcanzan altitudes considerables y con frecuencia se ofrecen levantadas, sobre todo hacia los bordes de la cuenca. Cerca de Talbiate, numerosas fallas, producidas al asentarse el depósito, han ocasionado en ella una serie de desniveles que no pasan de uno á dos metros.

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. Donde por primera vez lo conseguimos con certeza fué en el valle de Aguas Blancuillas, cerca de Granada, á donde nos condujo para el objeto M. Guillemín Tarayre.

Subiendo por los valles del Genil y de Aguas Blancas, se marcha constantemente por la *blockformation*, ó sea por las hiladas de cantos poco rodados y con frecuencia muy voluminosos, procedentes de la sierra Nevada, entre los cuales se ven intercalaciones arcillosas y arenosas de color gris. Los bancos se muestran con diversas inclinaciones.

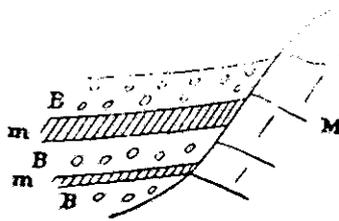
En Quéntar aparece la molasa helvética con las margas yesosas de la base del mioceno medio, y marchando de ese punto hacia Granada por junto á una canal que conduce las aguas á las explotaciones auríferas dirigidas por M. Guillemín Tarayre, los cortes recientes de ese canal nos permitieron las observaciones siguientes: después de seguir por algún tiempo las margas con yeso, atravesamos la molasa inclinada hacia el SO. y llegamos á unas capas, discordantes con esa molasa, constituidas primero por cantos rodados, fragmentos de molasa, limo y trozos de *Pecten*, y algo más adelante por margas azules micáferas con *Dentalium Bouei*, *Ceratotrochus multispinosus* (común en Tortona), bivalvas y coralarios, que alcanzan la altitud de 950 metros, y se ocultan por bajo de una formación de cantos angulosos entremezclados de limo, la cual contiene *Ostrea lamellosa*.

Según M. Dron, ingeniero al servicio de la empresa que dirige M. Guillemín Tarayre, en la formación guijarrosa se encuentran muchos bancos de esas margas azules fosilíferas, uno de los cuales parece ser argentífero. Cerca del sifón instalado por el repetido M. Gui-

Heinrich Tarayre, encontramos un asomo de esas margas, intercalado en los conglomerados, el cual nos dió *Pecten cristatus*, *Nucula placentina*, *Terebratula fuscata*, *Ancillaria neglecta*, *Chenopus pes graculi* y *Dentalium Bouei*, y un poco por bajo de ese asomo fué donde recogimos la *Ostrea lamellosa*.

Por el norte y el nordeste dominan á la formación guijarrosa (*blockformation*) unas capas de molasa (figura 20), es decir que aquélla se depositó en una depresión abierta en esa otra roca helvética.

Fig. 20.



M.—Molasa helvética.
B.—*Blockformation*.
m.—Margas azules fosilíferas.

El referido M. Dron, á quien debemos indicaciones muy exactas, nos aseguró que esa discordancia se observa también con igual claridad en los valles altos del Genil y del Aguas Blancas, y, en efecto, entre Quéntar y Dúdar, tomamos el corte representado en la figura 21.

De esos hechos se deduce que las hiladas guijarrosas ó de conglomerados se hallan en discordancia estratigráfica con las molasas helvéticas, y que pertenecen al tramo tortonés, puesto que la fauna de las margas de Quéntar está, en efecto, compuesta de especies de esa edad. El *Dentalium Bouei* (1), muy abundante en ellas, es característico del *Tegel* de Baden, cerca de Viena. En esas margas no se

(1) Silvertop mencionó en 1834 algunas conchas encontradas en esos conglomerados, tales como *Cardita squamosa*, var., *Dentalium Bouei*, *Turritella subangulata* y *Caryophyllia*; y von Drasche obtuvo en ellos *Pecten* que refiere á los de Schio.

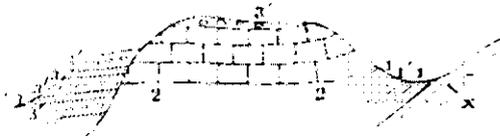
encuentra ninguna especie francamente pliocena, aunque muchas de sus formas suben en otras regiones hasta el plaisanciense ⁽¹⁾.

Nosotros referimos también al tramo tortonés la *Guadixformation* y el *Alhambraconglomerat* de von Drasche, que no se distinguen de

Fig. 21.—Corte entre Queantar y Dudar.

O.
Aguas Blancuillas.

E.



- | | |
|--|--|
| x.—Caliza negruzca cristalina (Trias?) | 3.—Margas tortonésas sabulosas con <i>Dentalium Bouei</i> . |
| 4.—Margas con yeso. | 3.—Conglomerados (<i>blockformation</i>) en alternación con esas margas. |
| v.—Caliza lacustre. | |
| 2.—Molasa con briozoarios, <i>Pecten</i> , etc | |

la *blockformation* sino por el volumen menor y la diferente procedencia de sus elementos; de manera que nos separamos completamente de las opiniones que, con respecto á esos depósitos, se han admitido hasta ahora: los conglomerados de la Alhambra se consideraron por Hausmann como posteriores á las últimas dislocaciones de la comarca; von Drasche señaló entre ellos y los de la *blockformation* una discordancia que no hemos podido comprobar; los ingenieros españoles los consideran en el terreno cuaternario y M. Guillemín Tarayre los calificó de postpliocenos ⁽²⁾.

Asimismo, los potentes depósitos guijarrosos que, en una anchura de muchos kilómetros, limitan por el norte y sur el valle del Genil (*Guadixformation* de von Drasche), por delante de Granada, se han atribuido al terreno cuaternario, y también, por consiguiente, los de la carretera de Motril, que son continuación de los mismos ⁽³⁾, con la

(1) Véase para más detalles la Memoria paleontológica de M. Kilian, que va más adelante.

(2) *Compt. rend. Acad. des Sc.*, 11 de Mayo de 1855. Traducido al castellano en el tomo XII, pág. 465 del Boletín de la Comisión del Mapa geológico de España.

(3) Esos conglomerados se hallan muy desarrollados por levante hacia Guadix: von Drasche los ha designado con el nombre de *Guadixformation*, pero sin decidir cuál sea su edad.

circunstancia de que si efectivamente ahí se puede invocar su semejanza con los depósitos diluviales, no sucede lo mismo con respecto á la disposición de sus capas, que se muestran tan onduladas que el señor de Botella ⁽¹⁾ hubo de deducir que el suelo de Andalucía había sufrido movimientos considerables en la época cuaternaria.

Nosotros hemos llegado á una conclusión muy diferente: todos esos conglomerados ó todos esos aluviones, si se les quiere conservar este nombre, datan del mioceno superior, y, por lo menos en su mayor parte, se depositaron bajo las aguas del mar.

Las pruebas en que fundamos nuestra opinión son las siguientes:

Existe 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 Díezma y Guadix, los cuales, según se verá más adelante, se ocultan por bajo de margas yesosas fosilíferas.

Ese mismo depósito continúa sin interrupción al norte 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 levante, unos bancos calizos formados únicamente de coralaris y que miden cerca de 20 metros de espesor (fig. 22).

Fig. 22.—Desmante del ferrocarril cerca de Illora.



- | | |
|---|--|
| <p>1.—Aglomeración de cantos.
2.—Breccha más cimentada.
3.—Bancos sabulosos, con lechos y riñones de arenisca (20 metros).
4.—Bancos calizos formados exclusivamente por coralaris.</p> | <p>5.—Aluviones cuaternarios del Genil, en discordancia estratigráfica con los bancos precedentes y formados de cantos de todas procedencias, pero principalmente jurásicos.</p> |
|---|--|

Es verdad que el desmante representado en esa figura no permite observar la continuación del corte; pero más á levante el suelo está formado por un depósito análogo al núm. 1.

(1) *Compt. rend. Acad. des Sc.*, tomo C, núm. 3, 1855.

Al otro lado del Genil, ó sea al sur, ese depósito guijarroso se oculta por bajo de hiladas yesosas, y cerca de Bézuar hemos encontrado valvas de ostras pegadas á los cantos de esta formación, en que se abren los taludes de la carretera de Granada á Motril. Finalmente, hemos observado también al norte de Illora vestigios indudables de perforaciones producidas por organismos marinos en el contacto de la *blockformation* y de las calizas jurásicas.

Resulta, pues, que todos esos depósitos de aspecto aluvial se relacionan íntimamente entre sí por una porción de caracteres comunes, tales como su discordancia estratigráfica con la molasa helvética, su anterioridad á la formación de los yesos mesinenses, las pronunciadas ondulaciones de sus bancos y las intercalaciones marinas que contienen. Ciertamente es que no hemos conseguido determinar directamente la edad de los coralarios de Illora y de las ostras de Bézuar; pero la fauna de Aguas Blanquillas, seguramente tortonés, hace deducir la de esos otros depósitos.

Agreguemos ahora á esas observaciones generales algunas particulares á las diversas localidades examinadas.

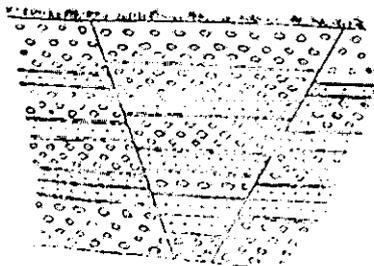
Al llegar á Padul por la carretera de Granada á Motril, se ven capas de gravas sabulosas muy levantadas y apoyadas contra las molasas helvéticas, y sobre el mismo camino, cerca de Bézuar, las depresiones abiertas en esas molasas y en los conglomerados con briozoarios, peñes y radiolas de equinoides, se hallan ocupadas por un depósito detrítico de cantos procedentes de la sierra Nevada, el cual depósito se halla muy desarrollado á las inmediaciones de Tablate, 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 más numerosos. Los ejemplos de estratificación falsa y entrecruzada abundan, y además se ve que los aglomerados guijarrosos pasan lateralmente á arenosos, á areniscas tiernas con venas ferruginosas, etc.

Los desmontes de la misma carretera, cerca de la venta de Las Angustias, antes de que de aquélla se separe el camino á Lanjarón, ponen á la vista esas capas (fig. 25) atravesadas por una serie de

fallitas, producidas en el asiento de las mismas, y cubiertas por otro depósito de cantos más reciente.

Fig. 23.—Fallas que en el desmante de la venta de Las Angustias muestra la *blockformation*.



El corte representado en la figura 24, tomado entre Talará y Murchas, muestra de una manera muy clara las relaciones de posición de los terrenos antiguos, el helvético y el mioceno superior. Sobre pizarras

Fig. 24.—Corte al norte de Talará.



- 1.—Pizarras satinadas antiguas. } (Trias?)
- 2.—Caliza cristalina. }
- 3.—Molasa con briozoarios y *Pecten scabriusculus*.
- 4.—Cantos y arenas estratificados de la *blockformation*.

rras y calizas cristalinas profundamente abarrancadas, se depositó la molasa, que á su vez sufrió intensas corrosiones, y luego los cantos del tortonés (*blockformation*) llenaron las hondonadas en ella producidas. Muy cerca de ese paraje puede verse (fig. 25) que la molasa se termina, en una superficie lisa y pulimentada, con rayas ó estriás paralelas, que probablemente produciría el acarreo de los cantos que constituyen el depósito tortonés, el cual principia ahí por un banco argilo-sabuloso grisáceo, con gasterópodos y lamelibranquios indeterminables.

Al norte de Granada, y en la carretera de Jaén, á los cantos de la *blockformation*, que allí son principalmente de procedencias jurásica y neocomiense, se mezclan limos rojos, que también alternan con

Fig. 25.—Corte al noroeste de Tabara.

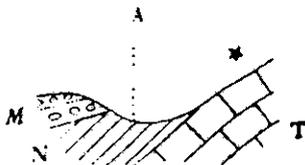


- X.—Caliza cristalina.
 m.—Molasa con briozoarios y *Pecten scabriscutus*.
 c.—Arenas y cantos de la *blockformation*.

ellos, ofreciéndose en algunos bancos ejemplos notables de entlaces y penetraciones irregulares de los diversos elementos guijarrosos y limosos con porciones de areniscas ó calizas. Al norte del recodo de Illora, las calizas blancas jurásicas muestran perforaciones de organismos litorales en su contacto con el depósito tortonés.

En la carretera de Salar, á levante de Loja, los aglomerados miocenos alternan con margas sabulosas y se ocultan por bajo de las hieladas fluvio-lacustres de la cuenca de Alhama.

Fig. 26.—Corte al sudeste de Loja.



- T.—Titonico.
 N.—Neocomiense.
 M.—*Blockformation*.
 *.—Cantera.
 A.—Camino de Loja a Zafarraya.

Al salir de aquella primera ciudad se ve, bajo una capa de toba, un depósito terroso, rojo, con guijas y concreciones calcáreas, en capas que alternan con un limo sabuloso, mostrando todo el conjunto ligera inclinación al E. Esos conglomerados pueden estudiarse muy

bien junto al cementerio, donde están compuestos de elementos calcáreos. Entre ellos se observan algunos sílex y lechos de una arenisca fina, amarillenta. La inclinación de las capas varía aquí del E. al SE.

Junto al mismo Loja, tanto á la derecha del Genil como á lo largo de la carretera de Colmenar y Málaga, se muestran también los conglomerados miocenos. Esa carretera sigue en cierto trecho por la sierra jurásica, atravesando una meseta formada por conglomerados y margas sabulosas grises y blancas con estratificación entrecruzada. En los conglomerados encontramos un canto de molasa.

Los aglomerados tortoneses no existen en los alrededores de Antequera: por lo menos no los vimos en aquellos contornos.

Por el contrario, el ferrocarril de Málaga á Córdoba atraviesa cerca de La Pizarra unos desmontes practicados en potentes depósitos de cantos de gran tamaño, en alternación con lechos sabulosos, formando el conjunto bancos muy inclinados, es decir que se reproducen aquí los caracteres de la *blockformation* de la cuenca de Granada; y asimismo cerca de Torres Cabrera y de Puente Genil (Córdoba), igualmente que en las inmediaciones de Sevilla, se hallan otros depósitos análogos, en discordancia los de Sevilla con el helvético, según las indicaciones que nos dió el Sr. Calderón y Arana, como sucede con los de Granada.

Más adelante veremos que hay motivo para sincronizar esos depósitos con los conglomerados análogos de la cuenca de Madrid cubiertos por hiladas yesosas.

El corte representado en la figura 27, tomado entre Jayena y Padul, al entrar en el macizo antiguo de la Peña del Águila, suministra,

Fig. 27.—Corte entre Jayena y Padul.



1.—Filadios.

2.—Caliza con coralarios y *Cerith. mitrale*.

por asimilación, nuevos datos acerca de la edad de los depósitos en cuestión.

Allí, en efecto, sobre filadios cambrianos, casi verticales, descansa en marcadísima discordancia estratigráfica un conglomerado mioceno que contiene coralaríos, bivalvas y ceritios, entre los cuales hemos podido distinguir los *Cerithium vulgotum* y *Cer. mitrale*, característicos 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, se hallan unas hiladas calizas formadas enteramente por coralaríos (1) que no es fácil distinguir de los de Ilora, y todo este conjunto mioceno se oculta por bajo de otro formado por margas yesosas.

Si los coralaríos de Ilora y de Jayena son los mismos, habrá que deducirse que los conglomerados no se extienden por el sur hasta el segundo de esos puntos, y que, habiéndose continuado su depósito en el periodo sarmático, corresponden á la vez á este subtramo y al tortonés, inferior á él.

RESUMEN.—En la base de los bancos guijarrosos y sabulosos de la *blockformation* se hallan en Dúdar muchas intercalaciones de margas azules con *Terebra fuscata*, Brocchi; *Ancillaria obsoleta*, Broc.; *Chenopus pes graculi*, Broc.; *Dentalium Bouei*, Desh.; *Dent. inaequale*, Broc.; *Nucula placentina*, Lam.; *Pecten cristatus*, Broc.; *Arca diluvii*, Lam.; *Ceratotrachus multispinosus*, Mich. sp., es decir con una fauna tortonés (2), y en los bancos superiores nosotros hemos obtenido la *Ostrea lamellosa*, Broc.

Esos conglomerados se unen con los de la Alhambra y continúan por el norte del Genil hasta Loja, sin más diferencia que la de que á los cantos de micacitas procedentes de la sierra Nevada los reemplazan otros jurásicos, cretáceos y terciarios. Cerca del recodo de Ilora se intercala en esos bancos uno formado de calizas de coralaríos; y asimismo al oeste de Jayena se hallan, por bajo de margas yesosas, unas hiladas calcáreas, llenas de coralaríos, que descansan sobre filadios cambrianos, á la inmediación de cuyo contacto hemos encontrado en abundancia los *Cerithium mitrale*, Eichw., y *Cer. vulgatum*, Brug., que son especies sarmáticas.

(1) La presencia en Jayena de una caliza con coralaríos se señaló por el Sr. Gonzalo y Tarín en su *Beseña de la provincia de Granada*.

(2) Según M. Fuchs, la formación tortonés de Italia (Serravalle, Monte Rosso) está constituida por potentes depósitos detriticos, que representan la *blockformation* de Granada.

Resulta de lo expuesto, tomando también en cuenta las perforaciones de organismos litorales que hemos mencionado en algunos puntos y las valvas de ostras pegadas á los cantos de la formación de que hablamos, que es, por lo menos en gran parte, marina, y que, según las intercalaciones que se hallan en la base y en la parte superior de la misma, corresponde á los periodos tertoniés y sarmático (1).

Esa formación se halla en completa discordancia estratigráfica con la helvética, análogamente á lo que, según parece, ocurre en Argelia (2); pero no conocemos en todo el resto de la cuenca mediterránea otro ejemplo de esas notables localizaciones de los movimientos del suelo. A pesar de la extensión relativamente corta que abarcaron los que ocasionaron esa discordancia, su importancia en la historia del Mediterráneo es de gran consideración, puesto que á ellos se debe 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 la época miocena.

TRAMO MESINENSE.

Por encima de los depósitos que acabamos de considerar, se encuentra en la cuenca miocena de Granada una sucesión de capas salobres y de agua dulce que ocupa todo el centro de la depresión. Yesos y calizas lacustres constituyen sus principales elementos, y su posición en la serie terciaria se ha interpretado de muy diversos modos.

HISTORIA.—Silvertop (*Proceedings*, 1850) trazó un corte muy exacto de las hiladas terciarias del 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 últi-

(1) En una Memoria reciente, los Sres. Taramelli y Mercalli, que habian colocado estas hiladas en el plioceno, adoptan nuestra misma opinión.

(2) M. Fischer afirma que esa discordancia es bastante general en Argelia.

ma edad á los de La Malá. Opinó muy acertadamente que el yeso mioceno se halla comprendido entre el terreno terciario marino y el lacustre, y mencionó en sus capas:

Planorbis rotundatus,
 — nov. sp.,
Bulinus pusillus,
Paludina Desmaresti,
 — *pyramidalis*,
 — *pusilla*,
Ancylus,
Cypris,
Limnæa.

El mismo autor reconoció la sucesión de las hiladas de la cuenca de Alhama y la discordancia que separa el mioceno lacustre de la molasa.

Schimper refirió al trias los yesos de Caciú y de La Vega, y esa fué también la opinión de Silvertop, quien, separándolos de su yeso postmolásico, los creyó inferiores al helvético marino. En la época en que d'Archiac escribía su *Histoire des progrès de la géologie*, se creía que los conglomerados de las inmediaciones de Granada eran posteriores á los yesos de Alhama.

Según el Sr. Gonzalo y Tarín, la molasa alternaría con el mioceno lacustre; en Alhama las capas marinas serían inferiores á las de agua dulce, y, por el contrario, en Escúzar y la venta del Fraile las hiladas lacustres serían 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*, *Limnæa acuminata* y *Bithinia pusilla*; mientras que refieren al mioceno las calizas lacustres en que mencionan *Planorbis crassus* y *Limnæa longiscata*.

Los Sres. Taramelli y Mercalli hablan de filones de yeso atravesando hiladas pliocenas, y para nada mencionan el mioceno.

Descripción de las capas.

La disposición tan controvertida de las hiladas de que hablamos, puede estudiarse muy bien en las inmediaciones de Arenas del Rey. Partiendo del tajo de Alhama, abierto, como ya sabemos, en la molsa helvética, y marchando hacia el SE., se entra bien pronto en una meseta cultivada, rodeada de pequeñas eminencias constituidas por el mioceno lacustre. La cumbre de esas colinas (figura 28) está formada de una toba caliza amarillenta: *F* de la figura) que cubre una hilada (n.º 4) de caliza lacustre blanca, moleña, en cuya porción superior hemos encontrado fósiles; la cual caliza va resultando hacia abajo más margosa y grisácea y dispuesta en bancos menos gruesos, que ofrecen hidrobias y limneas.

Descendiendo hacia Arenas del Rey aparece en frente una vasta depresión rodeada de colinas que permiten abarcar de un solo golpe de vista el conjunto de las hiladas lacustres, que se extienden con ligerísima inclinación al NO.; así como los numerosos barrancos que asurcan las laderas de esas colinas, muestran el detalle de la superposición de aquéllas, pudiéndose observar que inmediatamente por bajo de las calizas lacustres de la meseta se hallan arenas grises y amarillas sin fósiles, las cuales cubren á unas margas grises lignitosas con muchas limneas, planorbas é hidrobias (*Limnæa Forbesi*, *Planorbis Mantelli* (*P. solidus*)⁽¹⁾, *Melanopus impressa*), las cuales se apoyan sobre un potente depósito de margas yesíferas que, dividido en lechos delgados, constituye el fondo de la depresión, así como la base de la colina que da asiento á la villa referida.

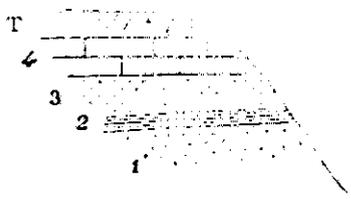
Este depósito yesífero se sigue por poniente hasta Játar, donde se apoya sobre calizas cristalinas antiguas, y por levante se encuentra muy desarrollado en Jayena y Fornés, representado por margas grises y amarillentas, que contienen lechos de cristales de yeso y bancos de margas endurecidas ó de caliza margosa fosilífera. Estas mismas rocas ocupan una gran superficie en la porción del nordeste de

(1) Esta planorba, que no puede identificarse con el *Planorbis solidus* del aquitano, es idéntica á los ejemplares recogidos en Ática por M. Gaudry, con las *Limnæa Forbesi* y *Lim. girundica (subpalustris)*, d'Orb., en capas pertenecientes al mioceno superior y anteriores á los limos de Pikermi. También se halla en Coned (Teruel) con restos de *Hipparion*

la cuenca de Granada, en la que, en el camino de esta capital á Escúzar, muestran un espesor de más de 200 metros, que permite estudiar sus relaciones con las capas precedentemente descritas. En

Fig. 28.—Corte en el mioceno superior.

NO. A SE.



1.—Margas yesíferas.

2.—Margas ligníferas con *Melanopsis impressa*.

3.—Arenas.

4.—Caliza lacustre y moleña con *Hydrobia*.

A.—Punto culminante del camino de Arenas a Albama.

T.—Toba calcárea.

efecto, después de atravesar los aluviones del Genil, se encuentran, cerca de Gabia la Grande, con buzamiento hacia el centro de la cuenca, los cantos tortoneses, que ahí son de dimensiones pequeñas y desaparecen paulatinamente para ceder su lugar á margas grises, en las que aparece bien pronto el yeso fibroso y laminar; el cual depósito margoso continúa sin interrupción hasta más al sur de Escúzar, en capas muy dislocadas, que en muchos puntos resultan casi verticales. En Escúzar los lechitos de yeso se convierten en otros de alabastro que llegan á medir hasta 50 centímetros de espesor, y los pliegues de las capas continúan bien marcados. Un quilómetro próximamente al sur del mismo pueblo las capas yesosas se muestran bastante inclinadas, y por bajo de ellas (V. figura 16, pág. 454) aparecen los bancos de caliza grosera, amarillenta, con *Lithothamnium* y *Pecten Zitteli*, que más arriba hemos referido al tramo helvético.

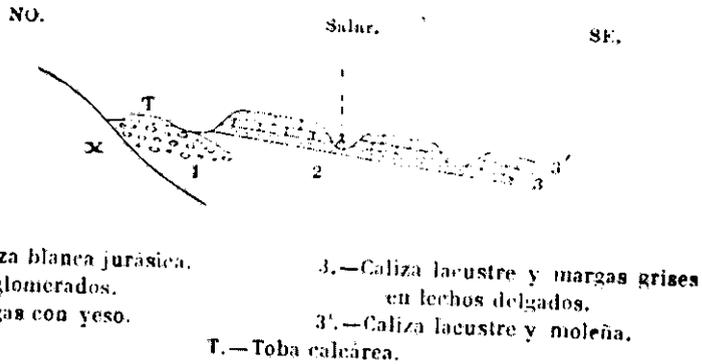
Continuando hacia Agrón, que se halla más al sudeste, se observa que la caliza con *Lithothamnium* descansa sobre otra antigua, y que en el contacto de las dos formaciones se hallan unos conglomerados litorales con bancos de ostras, viéndose á pocos pasos de ese paraje

que el yeso cubre directamente, sin intermedio de la molasa helvética, à la caliza antigua.

El corte tomado en el camino de Escúzar demuestra, pues, por una parte, la concordancia estratigráfica de la formación yesosa con los cantos tortoneses, y, por otra, su discordancia con la molasa helvética; conclusiones que pueden también comprobarse en la zona de Loja, entre Salar y Alhama.

Una vez que se abandona la carretera para tomar el sendero de Salar, se penetra en la formación lacustre, cuyos bancos, según se representa en la figura 29, se inclinan hacia el centro de la cuenca (1). Nótanse desde luego en la parte superior unos bancos bien estratificados de travertinos y caliza moleña con *Limnaea girundica*, por bajo de los cuales se extienden otros más delgados de caliza lacustre grisácea con hidrobias, en alternación con margas grises y que se

Fig. 29.—Corte entre Loja y Salar.



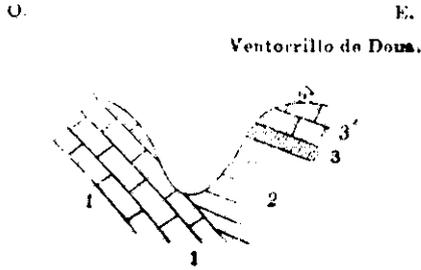
apoyan en otras margas con yeso, las cuales, en el barranco al sur de Salar, descansan directamente sobre calizas jurásicas, y un poco más lejos sobre conglomerados tortoneses.

La carretera de Loja à Alhama corre à la inmediación del borde occidental de una gran meseta lacustre que se inclina hacia el NE., ó sea hacia el valle del Genil, y en ella las capas se muestran ligeramente onduladas. El camino está abierto en las calizas blancas lacustres y molasas superiores, y al oeste un barranco profundo sepa-

(1) También existe caliza lacustre con hidrobias, inclinada al E., frente à Loja, sobre la orilla derecha del Genil.

ra esta formación de la jurásica y pone á la vista las hiladas inferiores de la primera, según muestra la figura 30. En ese barranco aparece de una manera muy clara la superposición directa y en com-

Fig. 30.—Corte entre Alhama y Loja.



- 1.—Caliza jurásica.
- 2.—Caliza margosa con *Bithmia etrusca*.
- 3.—Caliza lacustre.
- 3'.—Caliza moleña.

pleta discordancia estratigráfica de las margas y calizas gris negruzcas lacustres (aquí falta el tramo del yeso), sobre la caliza jurásica.

Cerca de la venta Gema asoman (fig. 31) isleos de caliza jurásica en medio de capas lacustres, con la circunstancia de que mientras

Fig. 31.—Corte junto á la venta Gema.



- 1.—Caliza blanca jurásica.
- 2.—Molasa con *Cidaris avenionensis*.
- 3.—Caliza lacustre.

que en el punto C la caliza lacustre gris, inferior al travertino y superior á las margas con yeso, se halla en contacto directo con la ca-



liza jurásica, por el lado de la venta separan á esas dos formaciones la molasa con *Cidaris avenionensis*.

Citaremos, por fin, dos cortes observados no lejos de Granada. En uno de ellos, sobre el camino de Granada á Gúevéjar, aparecen de abajo arriba:

- 1.º—Limo rojo con conchas lacustres, gravas y arenas en estratificación entrecruzada;
- 2.º—Margas grises y rojas con bancos de yeso y conchas lacustres (*Melanopsis impressa*).
- 3.º—Margas grises con limneas, en las que se intercalan tres bancos de caliza amarilla grosera con variados de fósiles.

En el otro, á levante de Gúevéjar, aparece la sucesión siguiente de abajo arriba (V. fig. 2, pág. 374):

- 1.º—Margas grises con yeso, en bastante espesor;
- 2.º—Pizarras arcillosas grises;
- 3.º—Conglomerados y cantos silíceos;
- 4.º—Areniscas y arenas;
- 5.º—Margas grises y areniscas amarillentas calcáreas, con abundancia de *Melanopsis impressa*;
- 6.º—Margas de variados colores;
- 7.º—Margas con guijas angulosas de las rocas de la sierra Nevada (cuarzo, pizarras micáceas, arenisca roja, etc.);
- 8.º—Toba caliza inclinada al N. 50° E.

Nótese que aquí se presentan depósitos guijarrosos que no hemos visto en otros representantes del mismo tramo, lo cual se debe probablemente á la inmediación de la sierra Nevada.

RESUMEN.—Donde quiera que hemos podido observar la sucesión de las hiladas, ésta se presenta uniforme, sin alternación de depósitos marinos y lacustres. En Alfácar y en 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; *Limnæa Forbesi*, G. y F.; *Hydrobia etrusca*, Cap., y *Planorbis Mantelli*, Dunker, ó sea con una

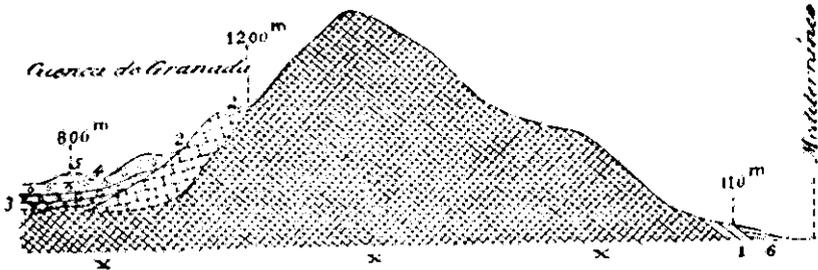
fauna que hace deba referirse el yeso mioceno de Granada al mismo nivel que la formación sulfo-yesosa de Italia.

Al grupo del yeso cubren en la cuenca de Alhama unas hiladas muy regulares de caliza lacustre blanca (*cream coloured*, Silvertop) y variolar, en las que se encuentran *Planorbis Mantelli*, Dun. (*Pl. solidus*, G. y F.), *Limnaea giraultica*, Noul., é *Hydrobia* sp., que pueden sincronizarse con las calizas de agua dulce del centro de España, y más especialmente con las de Concad, que encierran la misma planorba (colección de Verneuil), y que alternan con las capas que muestran restos de *Hipparion*.

Mientras que en Italia no es el yeso más que un accidente entre dos formaciones marinas, 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 período mioceno.

El corte esquemático representado en la figura 52 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

Fig. 32.



- | | |
|--|--|
| X.—Terrenos primarios y secundarios con isleos numulíticos plegados. | 3.—Tortonés (<i>blockformation</i>) y sarmático. |
| 4.—Numulítico. | 4.—Yeso. } Mioceno superior. |
| 2.—Helvético. | 5.—Caliza lacustre. } |
| | 6.—Plioceno marino. |

denudaciones ó abarrancamientos, mientras que la que se ofrece entre el mioceno superior y el plioceno (plaisanciense) la originó la

partición ó transgresión de los depósitos (*Discordanz der Verbreitung*); lo cual se traduce por el hecho de que el plaisanciense existe por junto á la costa, donde el mioceno falta, mientras que en el interior del país no cubre al mioceno ningún depósito marino.

Fósiles recogidos en el mioceno del sur de Andalucía.

EN EL TRAMO HELVÉTICO.

- Halitherium* (?) (huesos de).—Talará.
Oxyrhina hastalis, Ag.—Talará.
Squalus (dientes de diversos).—Béznar, El Pradón.
Balanus sp.—Restabal.
Turrítella bicarinata, Eichw.; var. *subarchimedis*, d'Orb.—Albuñuelas.
 Gasterópodos indeterminables.—Saleres.
Panopæa Menardi, Desh.—Montefrío.
Cardium hians, Br.—Albuñuelas.
Nucula Mayeri, Hoernes.—Saleres.
Corbula carinata, Duj.—Albuñuelas.
Perna (especie grande de).—Albuñuelas.
 Pelecipodos indeterminables (diversos).—Escúzar, Saleres, Albuñuelas.
Spondylus crassicosta, Lam.—Alhama.
Pecten scabriusculus, Lam.; var. *iberica*, Kil.—Albuñuelas, Montefrío, Talará, Béznar, Escúzar, El Pradón, cortijo de Las Perdices. (Abundante.)
 — *praescabriusculus*, Font.—Montefrío. (Bastante rara.)
 — — var. *talaraensis*, Kil.—Montefrío, Talará, Saleres, Béznar, Albuñuelas, El Pradón, Escúzar. (Abundante.)
 — *Celestini*, Font.—Alfácar.
 — *Zittelii*, Fuchs.—Escúzar, Alfácar. (Bastante común.)
 — *Tournali*, de Serres.—Montefrío.
 — *Fuchsi*, Font.—Alfácar.
 — *Holgeri*, Gem.—Montefrío.
 — *opercularis*, L.—Alfácar.
 — cf. *nimius*, Font.—Albuñuelas, Alfácar.

Pecten subbenedictus, Font.—Montefrío, valle del Genil (enfrente de Pinos).

— sp.—Tajo de Alhama, al norte de Loja, Montefrío, Bézuar.

— *substriatus*, d'Orb.—Albuñuelas, Alfacar.

— (*Pleuromectia*) *cristatus*, Broc.—Saleres. (Forma un banco.)

Ostrea crassissima, Lam.—Antequera. Citada ya por Silvertop en esta localidad bajo el nombre de *Ost. longirostris*, Goldf.

— *gingensis*, Schl.—Antequera, Restabal, Albuñuelas.

— *Vireti*, Desh.—Saleres.

— *digitalina*, Dub.—Montefrío, sur de Escúzar, Alfacar, Saleres, Restabal.

— *Offreti*, Kilian.—Saleres, Restabal, Albuñuelas, Escúzar.

— *Bohlayei*, Desh.—Saleres, tajo de Talará, Albuñuelas, Escúzar.

— *Welschi*, Kilian.—Montefrío, Alfacar.

— *Velaini*, Mun. Ch.—Albuñuelas, Agrón, Montefrío, Alfacar, Restabal, valle del Genil, frente a Pinos. (Común.)

— *chicaensis*, Mun. Ch.—Montefrío, Alfacar. (Los individuos jóvenes abundan en Restabal.)

— sp.—Montefrío, tajo de Alhama.

Terebratula ampulla, Broc. (*T. Sowerbyana*, Nyst.)—Bézuar, Montefrío.

— *sinuosa*, Broc.; var. *pedemontana*, Lam.—Talará, Bézuar.

— sp.—Tajo de Alhama.

Rhynchonella bipartita, Broc. sp.—Talará.

Lacazella (*Thecidea*) *mediterranea*, Risso sp.—Escúzar.

Briozoarios.—Por todas partes, pero principalmente en Escúzar, Talará y Alhama.

Clypeaster insignis, Seg.—Albuñuelas.

— sp. (fragmentos).—Alfacar.

Echinolampas cf. *scutiformis*, Leske.—Valle del Genil, frente a Pinos.

Cidaris avenionensis, Desm.—Bézuar, Alhama, cortijo Repicado, Escúzar.

Coralarios.—Por todas partes.

Lithothamnium.—Escúzar, Alhama. (Común.)

El Sr. Calderón y Araua, profesor de la Universidad de Sevilla, nos

ha mostrado algunas especies helvéticas recogidas á las inmediaciones de aquella capital, á saber:

- Pecten Boudanti*, Bast.—Gerena.
 — *gigas*, Schl.—Gerena.
 — cf. *Besseri*, Andrz.—Gerena.
Clypeaster altus, Lam.—Villanueva.
 — *pyramidalis*, Mich.—Villanueva.

EN EL TRAMO TORTONÉS (BLOCKFORMATION) (1).

- Odontopsis contortidens*, Ag.—Quéntar. (En margas grises intercaladas en los depósitos guijarrosos.)
Chenopus pes graculi, Bronn.—Quéntar.
Natica millepunctata, Lam.—Quéntar.
Terebra fuscata, Broc.—Quéntar.
Ancillaria neglecta, Broc. sp.—Quéntar.
Conus cf. *demissus*, Ph.—Quéntar.
Dentalium Bouei, Del.—Quéntar. (Abundante.)
 — *sexangulare*, Lam., var. *B.*—Quéntar.
 — cf. *inæquale*, Bronn.—Quéntar.
Arca diluvii, Lam.—Quéntar.
Nucula placentina, Lam.—Quéntar.
Pecten (*Pleuronectia*) *cristatus*, Broc. sp.—Quéntar.
 — *hollenensis*, Mayer.—Dúdar.
 Bivalvas indeterminables.—Quéntar.
Ostrea lamellosa, Broc.—Dúdar, Talará, Béznar, etc.
Ceratotrochus multispinosus, Misch.—Quéntar (en margas grises).

(1) Los Sres. Taramelli y Mercalli citan en el tortones de Albuñuelas:

<i>Turritella Archimedis</i> ,	<i>Isocardia subtransitoria</i> , <i>Ostrea digitalina</i> , — <i>cochlear</i> .
<i>Arca diluvii</i> ,	
<i>Pecten Reussi</i> ,	
— <i>substriatus</i> .	

Se han encontrado además en los yesos de la cuenca de Granada:

<i>Bithinia tuba</i> ,	<i>Paludina</i> , <i>Cypris</i> .
<i>Melanopsis costata</i> ,	

A esas especies pueden agregarse las *Cardita squamosa* var., *Dentalium Bouei*, *Turritella subangulata* y *Cariophyllia*, mencionadas por Silvertop como procedentes de los conglomerados que rodean á la sierra Nevada.

EN EL TRAMO SARMÁTICO (DEPÓSITOS GUIJARROSOS SUPERIORES).

Cerithium mitrale, Eichw.—Jayena. (Muy abundante.)

— *vulgatum*, Brug.—Jayena.

Coralarios.—Forman un banco en Jayena, y en Ilora un lecho intercalado en los aglomerados.

EN LA FORMACION YESOSA MESINENSE.

Limnæa Forbesi, G. y F.—Arenas del Rey.

Planorbis Mantelli, Dunker (*P. solidus*, Gaudry y Fisch.)—Arenas del Rey.

— (*Gyrorbis*) sp. Arenas del Rey.

Hydrobia (*Bithinella*) *etrusca*, Cap. sp.—Arenas del Rey, venta Dona.

Melanopsis impressa, Krauss.—Arenas del Rey, baños de Albama, Guevéjar, Alfácar. (Abundante.)

EN LAS CALIZAS LACUSTRES DEL MIOCENO SUPERIOR.

Planorbis Mantelli, Dunker.—Camino de Albama á Loja.

Limnæa girundica, Noulet.—Camino de Albama á Salar.

TERRENO PLIOCENO.

Hace ya largo tiempo que se señaló el plioceno marino en los alrededores de Málaga; con repetición se han descrito sus capas inferiores, muy fosilíferas, y el yacimiento de Los Tejares es bien conocido, bastando que citemos los trabajos de Ansted, Scharenberg, Schimper, Álvarez de Linera y Maestre, que dieron numerosos detalles acerca de las hiladas pliocenas de Málaga. Sobre todo en la nota de Ansted se hallan buenos cortes de las inmediaciones de esa capi-

tal, y posteriormente D. Domingo de Orueta ha publicado una monografía de las arcillas fosilíferas de Los Tejares, que considera corresponden al mioceno superior, en la cual se encuentra una lista de foraminíferos determinados por los Sres. Jones y Parker.

La colección de M. de Verneuil contiene una buena serie de fósiles de las margas azules de ese repetido yacimiento, del cual no hablaremos porque en el estudio de la serranía de Ronda por los Sres. Michel Lévy y Bergeron, que precede á éste, se dan acerca de él numerosos detalles. Únicamente mencionaremos que en el mismo Málaga se extienden sobre las margas azules unas hiladas amarillentas, sabulosas y guijarrosas con *Pecten latissimus*, *Janira Jacobea*, *Pectunculus glycimeris*, *Terebratula sinuata*, y, según el Sr. de Orueta, *Rhinoceros etruscus* y restos de quelonios, en las que se reconoce el plioceno medio ó tramo astiense.

Este mismo tramo, más desarrollado y con aspecto algo diferente, asoma también no lejos de El Palo, cerca del río Jabonero, en capas que, con inclinación de 15 á 18° hacia el N. y á una altitud de 105 metros, se hallan en contacto directo sobre mármoles numulíticos (fig. 55), y están compuestas de arenas aglutinadas más ó menos guijarrosas, en las cuales hemos recogido, entre otras, las especies siguientes:

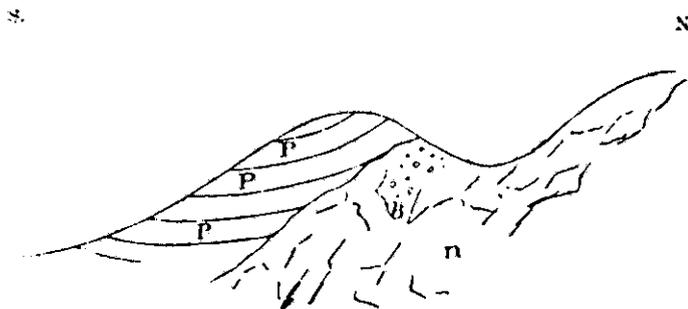
- Scalaria tenuicostata*, Lam.,
- Pecten scabrellus*, Lam.,
- *hollenensis*, May.,
- *latissimus*, Broc.,
- (*Janira*) *benedictus*, Lam.,
- — *Jacobæus*, Lam.,
- Ostrea lamellosa*, Broc.,
- *cucullata*, Born.,
- Rhynchonella complanata*, Brocchi.

Esa es la fauna del plioceno medio tal cual se conoce en el Rosellón (Fontannes, Depéret); monte Mario, cerca de Roma; Alpes marítimos; Argelia (Douerah) y Grecia (tramo astiense).

Entre El Palo y Vélez Málaga el plioceno medio asoma en diversos puntos, siempre en bancos inclinados hacia el mar, en los cuales abunda la *Janira benedicta*. Lam., y existe asimismo cerca del puen-

te de Vélez Málaga (1), paraje que suministró á la colección de M. de Verneuil ejemplares de *Pecten scabrellus* y *Janira benedicta*, que nosotros hemos determinado.

Fig. 33.—Corte en el plioceno al norte de El Palo.



n. —Oolizos numuliticos con porciones oolíticas (b).
P. —Plioceno con *Pecten scabrellus*.

RESUMEN. —El plioceno, que en las provincias de Granada y Málaga sólo se halla en el litoral, se compone de abajo arriba de:

Margas azules subapeninas ó plaisancienses (Los Tejares de Málaga);
Depósito sabuloso y guijarroso con fauna del plioceno medio.

Este último depósito se extiende hacia el interior más que las margas y, alcanzando una altitud de 105 metros, constituye á lo largo de la costa una serie de manchas fosilíferas.

Fósiles recogidos en el plioceno medio.

Oxyrhina xyphodon, Ag.—Los Tejares.

Dentalium sp.—El Palo.

Scalaria tenuicostata, Mich.—El Palo.

Balanus concavus, Bronn. (*B. tintinubulum*, Brocchi).—El Palo.

Venus umbonaria, Lam.—El Palo.

(1) Hausmann hizo mención en 1842 de una colina situada á alguna distancia de Torre del Mar, formada por un conglomerado calcáreo con *Ostrea hypopus* y *Pecten Jacobæus*, en bancos inclinados de 15 á 20°.

- Pecten scabrellus*, Lam.—El Palo.
 — *boltenensis*, May.—El Palo, Los Tejares. (Abundante.)
 — *pusio*, L.—El Palo.
 — *venustus*, Goldf.—El Palo.
 — *sarmenticius*, Goldf.—El Palo.
 — *grandis*, Sow.—El Palo.
 — *striatus*, Broc.—El Palo.
 — *ventilabrum*, Goldf.—El Palo.
 — *Sowerbyi*, Nyst.—El Palo.
 — *latissimus*, Broc.—El Palo.
- Janira Jacobea*, L.—El Palo.
 — *benedicta*, Lam.—El Palo.
- Pleuronectia cristata*, Bronn.—El Palo, Los Tejares.
- Ostrea lamellosa*, Broc.—El Palo, castillo de Sanlúcar (cerca de Sevilla). (Abundante.)
 — *Companyoi*, Font.—El Palo.
 — *barriensis*, Font.—El Palo.
 — *cucullata*, Born.
 — — var. *comitatensis*, Font.—El Palo.
 — *cochlear*, Poli.—El Palo.
 — *perpiniana*, Font.—El Palo.
- Spondylus* sp.—El Palo.
- Terebratula ampulla*, Broc.—El Palo.
- Rhynchonella complanata*, Broc.— Los Tejares.
- Megerleia truncata*, L.; var. *rotundata*, Reg.—El Palo.

RELACIONES Y COMPARACIÓN DE LOS TRAMOS TERCIARIOS CON LOS DE OTRAS COMARCAS.

No hemos recogido suficientes datos respecto á las capas numulíticas de Andalucía para que podamos compararlas con los depósitos de igual edad de otras comarcas, teniéndonos que limitar á indicar que acaso aquéllas se correspondan con las de Biarritz, Allons, Bos d'Arros y Priabona, en el Vicentino, así como con las que contienen *Serpula spirulata*, en el norte de España. Hemos, pues, de concretarnos en la comparación de que vamos á tratar á los tramos terciarios superiores.

TERRENO MIOCENO.

TRAMO HELVÉTICO.—El helvético de la cuenca de Granada corresponde al mioceno medio de los italianos *Elveziano* del Sr. Seguenza⁽¹⁾ y á la molasa del Ródano (*Ostrea crassissima*, *Pecten scabriusculus*, *P. præscabriusculus*, *P. subbenedictus*, etc.) Este tramo, que es uno de los más extendidos en la cuenca mediterránea, se muestra en España formando una serie de manchas entre Cádiz y Alicante, las cuales atestiguan que en aquel periodo existía una comunicación entre el Océano y el Mediterráneo. M. Carez⁽²⁾ lo ha estudiado en el norte de la Península, donde presenta muchas subdivisiones.

En las Baleares el helvético contiene, según Hermite, *Pecten Besseri*, *P. præscabriusculus*, *P. canaretensis*, *Ostrea crassissima*, *Ost. gingensis*, *O. Velaini*⁽³⁾, *O. Bobloyei* y clipeasters, y sus rapas se hallan en discordancia estratigráfica con las del eoceno.

En Córcega⁽⁴⁾, el mismo tramo suministra clipeasters, *Cidaris avenionensis* y *Ostrea Velaini*.

En Italia el mioceno medio se halla muy desarrollado y, en parte, se ha descrito por el Sr. Seguenza; siendo de notar que en Livorno, lo mismo que sucede en Granada y Quéntar, la base de la molasa la ocupan margas con yeso.

Según indicaciones que debemos á M. Welsch, la molasa helvética empieza también en ciertos puntos de Argelia, donde es muy fosilífera, por margas negras con yeso, que deben ser un equivalente de las de El Pradon y Quéntar.

M. Rolland⁽⁵⁾ ha recogido en Túnez, con el *Pecten Zitteli*, clipeasters y ostras grandes (*Ostrea Welschi*, *O. Offreti*, *O. crassis-*

(1) *Le formazioni terziarie nella provincia di Reggio* (Calabria); Roma, 1880.

(2) *Étude des terrains crétacés et tertiaires du nord de l'Espagne*; Paris, 1884.

(3) Colecciones de la Sorbonne.

(4) Hollande, *Géologie de la Corse*. (*Ann. des Sc. géol.*, tomo IX, 1828.)—Locard et Cotteau, *Description de la faune des terrains tertiaires moyens de la Corse*; Paris-Ginebra, 1873.

(5) *Comptes rendus* (7 de Diciembre de 1885 y 7 de Junio de 1886); *Bull. Soc. géol. de France*, 3.ª serie, tomo XVI, pág. 496, y comunicaciones verbales de M. Rolland.

simá) características del helvético, y los Sres. Vélain y Mares han traído de Argelia los mismos clipeasters y las *Ostrea Velaini*, *O. chincous*, *O. Welsch* y *O. crassissima* (2); especies que deben ser allí muy abundantes, á juzgar por el número de ejemplares depositados en las colecciones de la Sorbonne.

Resulta de las observaciones de M. Zittel (3) que en el desierto de Libia el mioceno presenta una composición análoga á la que muestra en Túnez (según M. Rolland), en Argelia y en la provincia de Granada. Los fósiles, bastante numerosos, recolectados por M. Zittel, han sido objeto de una excelente Memoria de M. Fuchs (4), en la que describe la fauna del oasis de Sinah en el desierto referido; fauna que, entre otras, comprende las especies *Pecten substriatus*, *P. Escoffiere*, *P. Zitteli*, *P. Malvina*, *Spondylus crassicosta*, *Ostrea digitalina* y clipeasters. El autor asimila las hiladas que contienen esa fauna, y que parecen corresponder á las helvéticas de Andalucía, á las capas de Grund en la cuenca de Viena. En Gevel Geneffe, cerca de Suez, el mismo autor ha reconocido el helvético fosilífero con *Pecten Halgeri*, *P. burdigalensis*, *P. cristatus*, *Cidaris veniunensis* y otras especies.

Por lo que concierne á la cuenca de Viena, es todavía objeto de tantas controversias y polémicas entre los geólogos austriacos (5) la sucesión exacta y la equivalencia de sus capas, que no ensayaremos el establecer aquí un paralelismo detallado de esos depósitos con los de Andalucía, limitándonos á indicar que probablemente nuestra molasa es el equivalente de las capas de Horn y de Grund (6) (primer tramo mediterráneo). Acaso un estudio minucioso del helvético de Granada permita un día subdividirlo en diversos horizontes, y entonces podrá ensayarse el equipararlos con los vieneses.

(1) Colecciones de la Sorbonne.

(2) *Palaeontographica*; Cassel, 1883.

(3) *Uebersicht der jüngeren Tertiärbild. des Wiener Beckens*, 1877.

(4) Bütner, *Nach ein Beitrag zur Tertiärlitteratur*. *Jhb. der k. k. geol. Reichsanstalt*, tomo XXXVI núm. 1.º, 1866.—Fuchs, *Zeitschrift der deutschen geol. Gesellschaft*, 1884 y 1886.—Suess, *Antlitz der Erde*.

(5) Las capas de Grund forman tránsito entre los tramos mediterráneos primero y segundo, y ya se han colocado en el uno, ya en el otro de ellos. Véase *Die Versuche einer Gliederung des unteren Neogen im Gebiete des Mittelmeers*. (*Zeitschrift der deutschen geol. Gesellschaft*, 1885, pág. 431.)—Th. Fuchs, *Zur neueren Tertiärlitteratur*. (*Jhb. der k. k. geol. Reichsanstalt*, 1885.)

TRAMO TORTONÉS.—Depósitos guijarrosos, análogos á los que caracterizan el tramo tortonés de Andalucía, acompañan á las margas de igual edad ⁽¹⁾ de las inmediaciones de Serravalle, en Liguria, y hállanse también en Sicilia por cima del helvético con elipeasters; pero en la región de nuestro estudio no siempre pueden separarse como independientes las capas con ceritios del tramo sarmático, cual se consigue en las Baleares (capas con *Cerithium pictum* de Hermite) ⁽²⁾ y cerca de Siracusa, en Sicilia, donde están representadas por una caliza miolítica con *Cerithium rubiginosum*.

El *Tegel* de Baden, cerca de Viena, debe sincronizarse con nuestras margas tortoneses, y los bancos calcáreos de Jayena con *Cerithium nitrale* y *Cer. vulgatum*, pueden considerarse como un equivalente de las areniscas sarmáticas. La discordancia estratigráfica que se observa cerca de Granada entre el helvético y el tortonés, parece que también se muestra en Argelia.

TRAMO MESINENSE.—En la imposibilidad de introducir subdivisiones en la masa de los depósitos guijarrosos, consideramos que este tramo comienza con las hiladas yesosas, por más que únicamente corresponde al mesinense II de M. Mayer la fauna que esas contienen. De todos modos, las especies que en ellas hemos obtenido en la cuenca de Granada (*Melanopsis impressa*, *Hydrobia* *Bithynella*, *etrusca*) son idénticas á las que M. Capellini figura para la formación yesosa (*yessoso sulfifera*) de Italia, donde, asociadas con congerias (*Congerina claviformis*), se hallan por cima de hiladas tortoneses y sarmáticas.

También en Sicilia se hallan yesos formando, según Cortese, parte de las capas con congerias; de modo que al depositarse esas capas, la Italia y la Andalucía constituían una misma provincia y tienen una historia geológica análoga.

Hermite asimiló á las capas con congerias un depósito con *melanopsis* que descubrió en Mallorca, y M. Hollande ha descrito otros análogos en Córcega. Por otra parte, las margas con *melanopsidos* de Andalucía parece que pasan hacia el centro de España á depósitos cuyo carácter lacustre se acentúa cada vez más, y las *melanopsis*

(1) Estas margas se hallan en el nordeste de España, según M. L. Carez. (Margas de Granada, *loc. cit.*)

(2) H. Hermite, *loc. cit.*

que se encuentran en el mioceno lacustre de Villasayas (Soria) se asemejan mucho á la *Melanopsis impressa*, van acompañados de bitinias y se hallan en relación con conglomerados que contienen restos de vertebrados.

Nuestras calizas de agua dulce, superiores al yeso, corresponden sin duda al nivel de las capas con vertebrados de Pikermi, Cucuron y Belvédere (tramo traciense) y de las calizas lacustres de Grecia. La colección de Vernueil contiene, en efecto, una porción de planorbis de Concud (Teruel), que, examinadas atentamente, nos han resultado ser idénticas á los ejemplares del *Planorbis Mantelli* [*P. solidus*] de la cuenca de Granada, por lo cual debemos asimilar dichas calizas lacustres á las capas de Concud y de Alcoy, á pesar de que en estas últimas se ofrecen algunas especies pliocenas; y como la presencia en ellas del *Hipparium gracile* y del *Cervus dicroceras* autoriza á colocarlas en el horizonte de Pikermi y de Cucuron, ó sea en la parte alta del mioceno superior¹, en ese mismo nivel hay que considerar las primeras.

Yesos miocenos en relación con calizas lacustres y conglomerados, existen también en las provincias de Oviedo, Ciudad-Real, Guadalajara, Navarra, Zaragoza, Huesca y Valladolid.

Por lo demás, el mioceno superior se halla muy extendido en España, y una gran parte de las calizas lacustres y de los conglomerados del centro de la Península debe colocarse en el horizonte de Pikermi, una vez que, según diversos autores², contienen: *Mastodon angustidens* (Madrid, Valladolid), *M. longirostris* (Madrid, Alcoy), *M. giganteus* (Teruel), *M. tapiroides* (Madrid), *M. arvernensis* (Alcoy), *Sus palaeochirus* (Alcoy), *Rhinoceros incisivus* (Teruel), *Rh. Mercki* (Teruel), *Hipparium prostylum* (Teruel), *H. gracile* (Alcoy), *Cervus dicroceras* (Teruel, Alcoy), *Tragocerus amaltheus* (Teruel).

TERRENO PLIOCENO.

La arcilla de Los Tejares (Málaga), estudiada por M. Bergeron, pertenece al horizonte de las margas subapeninas ó plaisancienses (margas del Vaticano), y las capas con *Pecten latissimus*, *P. bolle-nensis*, *P. scabrellus*, *Janira Jacobaea*, *J. benedicta*, *Ostrea lamellosa*,

(1) Véase Gervais, *Bull. Soc. géol. de France*, 1853. y Depéret, *Bassin tertiaire du Roussillon*, pag. 240. (*Thèse pour le doctorat et Ann. sc. géol.*)

(2) Véase Calderón, *Enumeración de los vertebrados fósiles de España*, 1876.

O. cucullata, etc., de El Palo, parecen corresponder á las astienses del Monte Mario, de Douerah (Argelia), del Rosellón, etc. (*IV^{te} Méditerranästufe*, Suess.)

El plioceno con *Javira Jacobina* y *Ostrea lamellosa* penetra y se extiende por la provincia de Almería, según el Sr. de Cortázar.

En el cuadro que ocupa las inmediatas páginas, 438 y 439, establecemos el paralelismo de las hiladas terciarias de las provincias de Granada y Málaga con las de otras regiones.

TERRENOS CUATERNARIOS Y RECIENTES.

HISTORIA.—En todo tiempo han sido objeto de las investigaciones de los geólogos los terrenos recientes emergidos. Mencionados por Hausmann en 1844, Leonhardt los señaló en 1850 cerca de Vélez Málaga, á 450 pies de altitud, y Ansted trazó en 1859 sobre su mapa de los alrededores de Málaga los contornos de las *raised beaches* ó playas levantadas, cuya observación coincide con las de Hermite, que encontró en las Baleares brechas cuaternarias marinas. Nosotros no hemos pasado de las inmediaciones orientales de Málaga, y será posible que al oeste de esa capital existan efectivamente las *raised beaches* cuaternarias; pero lo que es por la parte de levante las hiladas emergidas más recientes corresponden al plioceno.

Sólo, pues, consideramos en lo que va á seguir formaciones de origen terrestre ó fluvial, de las cuales las primeras, sobre todo, ocupan espacios considerables en la region á que se refiere nuestro estudio.

El gran desarrollo que en Andalucía ofrecen las brechas recientes llamó la atención de Hausmann en 1844, y en la importante Memoria de este autor, en la que también se señala la abundancia de travertinos en el país, se registran datos muy importantes acerca del asunto. Asimismo, los Sres. Taramelli y Mercalli han notado la extensión y desarrollo que en Periana, Alcaucín, Cañillas, Játar y otros puntos presentan las brechas y travertinos cuaternarios, y se muestran dispuestos á admitir que en la región existió el régimen glacial. De esa opinión fué también Schimper, que en 1859 publicó las observaciones de un viaje botánico-geológico que había hecho por el sur de España, en las cuales se menciona la existencia de morenas en el valle del Genil; pero, de cuanto nosotros hemos visto, únicamente

Correspondencia entre diversos depósitos terciarios.

PROVINCIAS DE GRANADA Y MALAGA.	DIVERSAS REGIONES.
<p>Mioceno superior.</p> <p>Plaisan: concha de Los Peñares con picuretonas, <i>Turbocon-gosus</i>, etc., y únicamente en la costa.)</p>	<p>Capas del mesole Morio, del Boscón, del Astegio, de Daucón.</p> <p>Morras subsecuents de Fregato, Bot, El Yaldica-les, etc.</p>
<p>Calizas lacustres de Sular y de Santa Cruz con <i>Lina-mea grandifera</i>, <i>Nonia</i>; <i>Planorbis Mantella</i>, <i>P. solibus</i>, G. y F.</p>	<p>Formaciones lacustres de Avey y de Goucul con <i>Hippurina</i>, <i>Musculina</i>, etc.</p> <p>Mioceno superior de Vindobona, etc.</p> <p>Capas de Píerini, Círculo, Lario-pa y Belvedere (Suiza).</p>
<p>Mioceno su- perior.</p> <p>Capas con yeso y liguito de Arenas del Rey y de Alia-car con <i>Melanopsis impressa</i>, Krauss; <i>Planorbis Man-telli</i>, Duak; <i>Bithynella atraxa</i>, Menz; <i>Lamnae Fische-si</i>, G. y F.</p>	<p>Capas medias del transcurso de Italia (formación salfo-yesosa) y de Sicilia. Yeso de Castella la Vie-ja. Capas con conchas de la cueva de Viena. Y Arano levantado. Depósito con <i>Melanopsis</i> de Mullera.</p> <p>Capas secundarias de la corona de Viena, Sicilia y Baleares.</p> <p>Tortonés, Stazano, Tortona) de Italia. Aracia y Te-gel de Baden, cerca de Viena.</p> <p>Conchíferos tortonés de Sicilia.</p>
<p>Discordancia.</p>	<p>Helvético de Segreza, <i>aracna molle</i>; helvético de Aracia, Carceya, Malta, Baleares y Alpes; molasa del valle del Rodano, primer tramo mediterráneo (en parte); capas de Girard, Rakos y Bys. Hun-gria; capas con <i>P. Zitelii</i>, etc., de Sinale, molasa de Gubel-Gravella, cerca de Saaz; helvético de Sa-az y Aracia.</p> <p>Sollier 23; yeso inferior al helvético en Aracia y Gubel-Gravella de Italia.</p>
<p>Mioceno me- dio.</p> <p>Molasa de Albuñuelas con <i>Clypeaster insignis</i>, <i>Pecten va-briosulus</i> y <i>Ostrea Veltini</i>.</p> <p>Molasa con <i>Pecten Zitelii</i> Esquizar; <i>P. prosobranchius</i>, <i>P. subbrachius</i>, <i>P. Tournalli</i>, <i>Parobolus grandis</i>, <i>Ter-sinosus</i>, <i>Cypris arenaria</i>, etc.</p> <p>Capas con <i>Ostrea guapeña</i>, <i>O. crassissima</i>, <i>O. deplenda</i>, <i>O. chicensis</i>, <i>Panopaea cf. Monardi</i>, etc.</p>	<p>Helvético de Segreza, <i>aracna molle</i>; helvético de Aracia, Carceya, Malta, Baleares y Alpes; molasa del valle del Rodano, primer tramo mediterráneo (en parte); capas de Girard, Rakos y Bys. Hun-gria; capas con <i>P. Zitelii</i>, etc., de Sinale, molasa de Gubel-Gravella, cerca de Saaz; helvético de Sa-az y Aracia.</p> <p>Sollier 23; yeso inferior al helvético en Aracia y Gubel-Gravella de Italia.</p>
<p>Discordancia.</p>	<p>Helvético de Segreza, <i>aracna molle</i>; helvético de Aracia, Carceya, Malta, Baleares y Alpes; molasa del valle del Rodano, primer tramo mediterráneo (en parte); capas de Girard, Rakos y Bys. Hun-gria; capas con <i>P. Zitelii</i>, etc., de Sinale, molasa de Gubel-Gravella, cerca de Saaz; helvético de Sa-az y Aracia.</p> <p>Sollier 23; yeso inferior al helvético en Aracia y Gubel-Gravella de Italia.</p>
<p>Eoceno me- dio.</p> <p>Calizas litorales del litoral con alveolinas.</p> <p>Margas violáceas con foraminíferos y gasterópodos.</p> <p>Calizas con numulitas, y areniscas.</p> <p>Calizas con <i>Serpula spirifera</i>, asilinas y orbitolitas (Mon-tefrio).</p> <p>Margas de colares variados y areniscas purlas.</p> <p>Capas con gujarros litorales.</p>	<p>Numulítico de Saaz, Avaroz, Bellunais, Istria, Vi-centino, etc.</p>
<p>En discordancia sobre los terrenos secundarios.</p>	<p>En discordancia sobre los terrenos secundarios.</p>

los cantos de la *blockformation* pudieron dar motivo á esa creencia, y ya hemos demostrado que este depósito es esencialmente marino. Es verdad que en Talará el substratum calcáreo de esa formación se halla pulimentado y estriado, y que también la roca del camino de los neveros, señalada por von Drasche, presenta huellas de desgaste; pero si en estos fenómenos quisieran verse pruebas de la existencia de antiguos heleros en el país, sería preciso suponer que esos heleros fueron miocenos.

ALUVIONES ANTIGUOS.

Al interior de las montañas áridas de las sierras de Alhama y de Zafarraya, al oeste de la Tejada, se halla una llanura fértil de corta extensión, cuyo suelo lo forma una arena fina micécea. Un arroyo que atraviesa ese oasis se pierde por bajo de tierra á la extremidad occidental de la cuenca, y por el sur ésta comunica á piso llano con el puente de Zafarraya, que se abre en la mancha numulítica de Colmenar y Alcaucin, y que sin duda fué el punto por donde se desagüó el lago que allí se constituyera. Junto al cortijo Azafranero se halla un aluvión antiguo de elementos gruesos procedentes de los terrenos cristalino, jurásico y numulítico.

Cerca de la venta Gema, entre Alhama y Zafarraya, existe otra cuenquecita, cuyo fondo está ocupado por un depósito poco grueso de aluviones antiguos análogos á los de Zafarraya, en el cual se observan fragmentos de rocas arrancados á los terrenos terciario, jurásico y cristalino.

Entre Villanueva del Trabuco y la estación de Salinas, se extiende una meseta cubierta de un lino rojo con fragmentos de arenisca, de sílex y de rocas eruptivas ofíticas, y atravesada por el río Luna, en medio de la cual se levantan unas colinitas formadas por calizas violáceas con venas espáticas.

Cerca de Talará los barrancos abiertos en los guijos miocenos están ocupados por potentes depósitos de derrubios de las rocas de la sierra Nevada, entre los cuales hemos visto, á orillas del río Guadalfeo, hermosos ejemplares de talcitas con granates del tamaño de una avellana. La posición de esos aluviones, á bastante altura por encima de la actual corriente de agua, hace presumir que son bastante antiguos.

A la inmediación oriental de Málaga, una depresión en las pizarras antiguas que forman el litoral está ocupada por cantos rodados.

En resumen, los aluviones antiguos se muestran tan poco desarrollados en la parte meridional de Andalucía, que hay que deducir que en la época cuaternaria no se señalaron en ella cambios importantes en el relieve del suelo.

BRECHAS SUPERFICIALES.

Quien quiera que visite la comarca meridional de la región bética, notará desde luego la importancia que en ella adquieren los depósitos brechoides superficiales, hasta el punto que más de una vez le servirán de obstáculo para la investigación de la verdadera estructura del suelo que pise.

Hausmann consagró algunas páginas de su Memoria á esas brechas recientes del sur de Andalucía, que describió detalladamente, considerándolas formadas en el mismo lugar que ocupan, é insistiendo sobre el color rojo de su cemento, que es, decía, el que resulta de la descomposición de las dolomías de que proceden sus materiales. Esas brechas las asemejaba acertadamente á las que se observan en toda la región mediterránea (Gibraltar, Cete, Antibes, Niza), y admitiendo que unas son continentales, suponía para otras una formación marina; deduciendo de esta circunstancia la prueba de una elevación de la costa. Desde entonces nadie se ha ocupado detenidamente de esos depósitos del mediodía de España, acerca de los cuales falta recoger muchos datos.

Los ejemplos más notables de esa formación superficial se muestran en el territorio meridional de las provincias de Málaga y Granada.

En las inmediaciones de la primera de esas capitales, á las pizarras filadiformes y á los mármoles numulíticos con alveolinas cubren en discordancia estratigráfica unas brechas compuestas de fragmentos de calizas blancas y de pizarras argilo-micáceas. La carretera de Málaga á Torre del Mar permite observar la presencia, al pie de las escarpas de la caliza con alveolinas, de una brecha superficial muy dura, que cubre el suelo de una manera casi continua, y lo mismo sucede en los macizos calizos que rodean á la sierra Nevada (*Kalke unbestimmten Alters* de von Drasche), principalmente en las inmediaciones de Lanjarón. Este pueblo, cuyos manantiales incrustan-

tes llamaron la atención de Ami Boué en 1854, está rodeado de formaciones modernas, brechas muy sólidas y calizas róseas de hermoso aspecto. Esas brechas, formadas allí mismo, contienen conchas de hélices y están constituidas por fragmentos, sólidamente cimentados, de calizas cristalinas y de pizarras micáceas. Asimismo, á las calizas cristalinas de las cercanías de Padul cubre un manto de brechas y de conglomerados rojos, probablemente cuaternarios.

Puede decirse que en la vertiente meridional de la sierra Elvira se asiste á la formación de esas brechas: las escarpas se hallan cubiertas por fragmentos de caliza, á los que se mezclan conchas de especies vivientes de *Helix*, y, á consecuencia de la infiltración de las aguas cargadas de carbonato de cal, los fragmentos y conchas de la porción profunda de ese manto concluyen por trabarse entre sí mediante la precipitación de un cemento calcáreo, resultando una brecha con hélices bastante dura. Entre las conchas que contiene, la más abundante es la del *Helix candidissima*, Drap., que en las inmediaciones hemos visto viviente; pero en los aglomerados todavía sueltos de las escarpas recogimos en pocos instantes:

- Helix candidissima*, Drap. (Muy común.)
- *gualteriana*, Lin. (Bastante común.)
- *alonensis*, Férus. (Rara.)
- del grupo del *variabilis*, Drap. (Común.)
- *hispanica*, Partsch. (*H. balearica*, Ziegler.) (Común.)
- *cespitum*, Drap. (Bastante rara.)
- *terrestris*, Chem. (*H. elegans*, Gmelin.) (Común.)
- *aspersa*, Mull. (Común.)
- Rumina decollata*, Brug. (Bastante rara.) (1).

En el peñón de Los Enamorados, en Los Hachos de Loja, en el cortijo del Enebral y junto á Cabra, se muestran bien desarrolladas brechas superficiales con *Helix*; pero, sin embargo, parece que abundan más en la vertiente meridional de la cordillera.

El color, generalmente rojizo, de esos depósitos detríticos debe atribuirse con toda probabilidad á la descomposición de calizas más ó menos dolomíticas, puesto que, por ejemplo, no puede dudarse que

(1) Nos complace enviar desde aquí las más expresivas gracias á M. Ph. Dautzenberg, que nos ha hecho el favor de determinar esas especies.

la de los macizos dolomíticos jurásicos que se hallan alrededor del puerto de Alfarnate han originado tierras rojas, y nada es más natural sino que, produciéndose igual fenómeno en otros parajes, y arrastradas esas tierras por las aguas cargadas de carbonato de cal, entren á formar parte del cemento de las brechas superficiales.

TOBAS Y TRAVERTINOS.

Réstanos dedicar algunas palabras á los productos debidos á resudaciones é infiltraciones de aguas calizas, que adquieren gran importancia en nuestra comarca, por lo mismo que la evaporación de esas aguas es muy rápida bajo el clima ardoroso de Andalucía. Las calizas cristalinas antiguas, ya sea á causa de su situación más meridional, ya por consecuencia de sus propiedades químicas, son las que principalmente han ocasionado grandes depósitos de tobas y travertinos, que cubren las laderas de las sierras ó dibujan en éstas relieves á manera de cornisas.

En los alrededores de Albuñuelas, los travertinos, que ocupan el pie de las sierras calizas antiguas y cubren la molasa helvética, alcanzan un espesor de casi 100 metros, y lo mismo sucede cerca de Vélez Málaga, en el camino de Motril, donde están asociados á brechas superficiales, y á la inmediación de esa última ciudad.

Travertinos y tobas con vegetales, en las que se han encontrado otras diversas impresiones, y entre ellas una de isópodo, cubren gran parte de la ladera que sigue el camino de Alcañín á Periana; y si desde aquí se marcha hacia los baños de Vilo, se encuentran unas cavernas, abiertas en la toba, que se quebrantaron y hundieron en el terremoto de 25 de Diciembre de 1834. Encima del cortijo de Guaro, y cerca del puerto que se pasa para ir de aquellos baños á Zafarraya, las tobas están llenas de conchas de *Helix*. Á levante de Lanjarón, cerca de un molino, esas tobas toman también un gran desarrollo; y asimismo, si á la inmediación de la venta de Las Augustias se deja la carretera de Granada á Motril para subir á ese pueblo, se marcha por algún tiempo sobre la *blockformation*; pero pronto se ve que á ese depósito guijarroso lo cubren tobas calizas.

Estas, con restos de vegetales y conchas terrestres, ocupan además grandes espacios al pie de las sierras calizas á levante de Güevéjar.

Otras, con travertinos, se encuentran próximas á Loja en el camino de Salar: tocando á esa ciudad, se hallan una porción de cerrillos

formados de toba calcárea, y á la salida de la misma, por la carretera de Colmenar y Málaga, existe á la izquierda, en el barranco en que más atrás hemos señalado calizas que parecen corresponder al dogger, un depósito local de toba con *Helix*, muy interesante por su espesor (4 á 5 metros) y la perfecta conservación de las conchas que contiene. En él recogimos en abundancia el *Helix hispanica*, Partsch (*Helix balearica*, Ziegler), y con más escasez el *Helix variabilis*, Drap., de las cuales dos especies recolectamos también en el país un gran número de ejemplares vivos.

Al norte de la región á que se contraen nuestras investigaciones, las calizas han suministrado también á las aguas materiales para importantes depósitos tobáceos, y así, por ejemplo, entre Priego y Cabra el trias está cubierto en multitud de puntos por tobas recientes, y en Carcabuey ocupan la cumbre de la colina en que se alza la población.

Finalmente, hállanse depósitos análogos en muchos parajes, tales como Córcega y otros de la cuenca mediterránea.

ALUVIONES MODERNOS.

Los aluviones modernos no adquieren gran importancia en la región que hemos explorado. Llenan el fondo de los barrancos cantos de todas clases que acarrean los torrentes, y es frecuente que en esos depósitos se recojan granates y minerales raros de la sierra Nevada. Tanto el Genil como los demás ríos corren la mayor parte de su trayecto demasiado encerrados para que puedan originar depósitos aluviales extensos; mas, á pesar de todo, la fértil vega de Granada está ocupada en parte por los casquijares del Darro y del mencionado Genil.

Á la desembocadura de los ríos de alguna importancia, existen en la costa planicies aluviales más ó menos extensas. Se les da el nombre de *hoyas*, y pueden citarse la de Málaga, en la desembocadura del Guadalmedina; la de Torre del Mar, en el estuario del río de Vélez, y la de Motril, en el paraje en que el Guadalfeo gana el mar.

Recordaremos, para terminar, que los hundimientos acaecidos en Guaro y en Güevéjar cuando el terremoto de 25 de Diciembre de 1804, sólo afectaron á depósitos esencialmente superficiales. En el primero de esos puntos descansaban dichos depósitos sobre margas numulíticas, por las que circulan subterráneamente aguas que ve-

nian preparando desde larga fecha el resbalamiento del suelo, que se efectuó bajo la forma de un verdadero cono de deyección, al pie de la sierra de Marchamonas. En Guevéjar sufrieron un deslizamiento análogo tobas y gravas sobrepuestas á margas del mioceno superior.

CAPÍTULO IV.

ROCAS ERUPTIVAS.

Desde el punto de vista de la superficie que ocupan, son poco importantes las rocas eruptivas que asoman en la cordillera Subbética. Dispuestas en mogotes y filones, se hallan alineadas según la dirección general de la gran faja secundaria que se extiende desde Antequera á Loja y Montillana, pasando por la sierra Elvira, y continúan en la provincia de Cádiz (1).

Todas esas rocas, designadas con los nombres de trap, diabasa y ofita desde los trabajos de Silvertop, pertenecen, según M. Michel Lévy, que las ha estudiado, á la serie ofítica, y, aunque generalmente se muestran en medio de hiladas triásicas, en el norte de nuestra región atraviesan capas fosilíferas del lias y se presentan en contacto con el neocomiense.

FAJA TRIÁSICA DE ANTEQUERA.—Á las arcillas rojas yesíferas y areniscas del triás las atraviesa la ofita en muchos puntos. En el camino de Antequera á Gobantes se encuentran gran número de asomos de esa roca; al sudoeste de los cortijos Bellavista y de Las Perdices se halla una colina constituida enteramente por ella, en la que se han emprendido infructuosas investigaciones de mineral de hierro. No lejos de ahí, marchando hacia Antequera, vimos un filón de espilita, correspondiente también á la serie ofítica.

En las mismas puertas de Antequera, en la carretera de Málaga y al pie de la montaña del Torcal, son porfiritas andesíticas las rocas eruptivas que atraviesan á las margas del triás.

Continuando hacia el NE. por la faja triásica, no se tarda en hallar, cerca del peñón de Los Enamorados, nuevos asomos de ofita en medio de margas yesíferas muy dislocadas.

(1) Estas ofitas han sido objeto de notables estudios debidos al Sr. Mac Pherson.

En Villanueva del Rosario el suelo está sembrado de fragmentos de esa repetida roca y de espilita, indicando la inmediación probable de yacimientos de esas substancias.

INMEDIACIONES DE LOJA.—A las arcillas triásicas que se encuentran en la vertiente del noroeste de la montaña liásica que se conoce con el nombre de Los Hachos de Loja, las acompañan asomos ofíticos, y los cantos que los arroyos arrastran parecen indicar que al norte de ese paraje hay también numerosos filones de esa roca. Lo mismo sucede por el nordeste, donde aparece el triás en el camino de Montefrío. Cerca del cortijo Choza del Olivo hemos visto bastantes filones de ofita.

Entre Loja y el río Milano, á las ofitas acompañan brechas de su misma naturaleza.

COMARCA JURÁSICA AL NORTE DE GRANADA (1). —La carretera de Granada á Jaén penetra, no lejos de Iznalloz, en un macizo calizo que forma parte de la cadena secundaria que, de Gibraltar á Murcia, limita por el norte los terrenos antiguos de la cordillera Bética.

Á un excelente observador, Hausmann (2), llamaron la atención los filones de roca eruptiva que en esa región atraviesan capas relativamente recientes y que son jurásicas, según lo ha demostrado el Sr. Gonzalo y Tarín.

Nosotros hemos tenido ocasión de estudiar en las inmediaciones de Noalejo y de Campotéjar cierto número de esos filones, señalados

(1) Nota de M. W. Kilian.

(2) En la obra de M. Hausmann se halla una descripción, excelente para la época (1842) en que se escribió, de la comarca que se extiende entre Granada y Jaén. En ella se señalan en las margas rojas y las calizas (en que nosotros hemos encontrado amonitas toarcienses) riñones de yeso; se demuestra que esas capas se han quebrado y separado de su posición normal á causa de acciones eruptivas, y se menciona mineral de yeso en las inmediaciones de Campillo. La existencia en esas rocas de yeso y hierro se relaciona, según el autor, con la presencia de una roca (*Hyperstenfels*) vecina de las diabasas, de la que se encuentran grandes cantos diseminados por el campo. Hausmann hacía observar la edad relativamente reciente de esa roca, en la que reconocemos sin ninguna dificultad nuestra ofita; la cual no era entonces común haberse encontrado en medio de depósitos secundarios.

bajo el nombre de dioritas por el Sr. Gonzalo y Tarín (1). Las condiciones en que se hallan son éstas: las inmediaciones de la venta de Las Grajas están constituidas casi exclusivamente por calizas margosas liásicas y neocomienses; el toarciense se compone de margas calizas bien estratificadas de un gris muy claro, en alternación con margas pizarreñas, en las cuales capas se encuentran muchas amonitas del grupo de los *Harpoceras* (*Amm. radians*, *Amm. Levisoni*, *Amm. bifrons*, etc.); la presencia de esas rocas da á las calizas de aquellos parajes un color blanquecino característico, y examinando con atención las avenidas de la venta, bien pronto se notan en medio del campo ciertas manchas oscuras debidas á los asomos de rocas eruptivas de la serie ofítica, de cuyos derrubios, en forma de bolas ó de cilindros, de estructura escamosa y rojizos al exterior, se halla sembrado el suelo.

La carretera referida corta algunos de esos accidentes, demostrando que éstos son verdaderos filones que atraviesan las hiladas del lias

Fig. 34.—Corte entre la venta de Las Grajas y Campotejar.



- 1.—Caliza margosa y margas con *Amm. radians*.
- a.—Canto de caliza margosa con belemnitas, semejante á la 1. empotrado en la roca eruptiva.
- 2.—Porfirita labradórica y augítica.
- 3.—Marga con cristales de yeso y riñones de sílex verde.
- 4.—Tierra vegetal.

superior. A pocos cientos de metros al sur de la mencionada venta los desmontes permiten observar un filón de porfirita labradórica y augítica, de estructura medio ofítica, medio microlítica, que penetra en calizas margosas con *Amm. radians*, de las cuales aparece un canto con belemnitas encerrado dentro de la masa de la roca que forma el filón, según se representa en la figura 34.

(1) *Reseña física y geológica de la provincia de Granada*, tomo VIII del Boletín de la Comisión del Mapa geológico de España.

Rodea á la roca eruptiva una aureola de margas oscuras, que contiene cristallitos de yeso y rinones característicos de sílex verde.

Los filones ofíticos son también muy numerosos á la inmediación de la fábrica de Nuestra Señora del Carmen, donde asimismo atraviesan capas toarcienses fosilíferas; así como, más al sur, entre Zegri y la venta de Las Navas, siempre acompañados de margas verdosas con yeso y cuarzo (fig. 35).

Fig. 35.—Corte entre Zegri y la venta de Las Navas.



- 1.—Caliza margosa con *Amn. bifrons* y *Amn. Levisoni*, en bancos regulares.
- 2.—Ofita.
- 3.—Marga oscura, con cristales de yeso y de cuarzo, formando aureola á la ofita.
- 4.—Tierra vegetal.

Más al norte existe, cerca de Montillana, una alternación extensa de calizas margosas y margas pizarreñas en capas muy onduladas que representan el liás superior (*Amn. Levisoni*, *Amn. radians*) y la zona del *Amn. Murchisonae* (tramo bayocense), en la cual alternación aparecen de la manera más clara posible filones de ofita que la atraviesan. La roca eruptiva, que es, según Michel Lévy, una diabasa andesítica de estructura ofítica, completamente semejante á las ofitas de los Pirineos (1), empasta fragmentos de la caliza liásica, y

(1) He aquí el resumen de las observaciones de Michel Lévy, que se ha servido examinar los ejemplares de rocas eruptivas que recogimos en las inmediaciones de Campotéjar y de Noalejo:

- 1.—Ejemplar de Montillana.—Roca que penetra en el liás superior. Diabasa de estructura ofítica; muy hermosa; con cristales bastante grandes. Estructura: Roca enteramente cristalina, con cristales de oligoclasa alargados según *pg'*, y sobre todo aplastados según *g'*; con la malla de la albita. La roca es rica en feldespato. Grandes manchas de piroxena engloban los microlitos precedentes, y esa substancia, par-

las hiladas sedimentarias contienen numerosos sílex verdes á la inmediación de los filones.

Entre Montillana y Noalejo acompañan á la ofita depósitos de hierro oxidulado que han sido objeto de explotación.

Es, pues, indudable que las rocas de Montillana y de la venta de Las Grajas pertenecen á la serie ofítica; que son eruptivas; que se hallan en el sitio en que se formaron, y que penetran, bajo la forma

duza y con dos cruces bien marcados, pasa por descomposición á actinota finamente radiada y después á clorita y aun á calcita. Ofrece un ejemplo de epigénesis de la piroxena en biotita.

Resumen: Diabasa anlesítica de estructura ofítica bien marcada, de grano bastante grueso, completamente semejante á las ofitas de los Pirineos.

- 2.—*Ejemplar de Montillana*.—Roca idéntica á la precedente, pero con más clorita.
- 3.—*Ejemplar de Montillana*.—Roca como la del ejemplar num. 2.
- 4.—*Ejemplar de Montillana*.—Los microlitos de la gofasa, todavía bien visibles, son doce veces más largos que anchos, mucho más prolongados que en los ejemplares anteriores y muestran las maclas de la albita y de Carlsbad. Hierro oxidulado y titanado en regueros rectilíneos muy largos. La piroxena, enteramente transformada en clorita y calcita, llena los intersticios de los microlitos feldespáticos. Parece que la roca tuvo, antes de que se descompusiera por acciones secundarias, una estructura más bien porfírica que ofítica. Es indudablemente una roca de contacto enfriada bruscamente.
- 5.—*Ejemplar de la venta de Las Grajas*.—Atraviesa capas del lias superior con *Amm. ralius* (V. fig. 31). Porfírita labradorica y augítica con estructura semiófica semimicrolítica. Elementos de primera consolidación: Grandes cristales de labrador con las maclas de la albita y de Carlsbad; Hierro oxidulado. Elementos de segunda consolidación: Microlitos de labrador; pasta vítrea llena de mallas rectangulares de hierro oxidulado. El silicato magnésico se halla transformado completamente en clorita. Ciertas manchas, primitivamente de piroxena, se muestran acerbilladas de microlitos de labrador; otras presentan secciones que en rigor corresponden al peridoto (?).
- 6.—*Ejemplar de la misma procedencia que el 5*.—Es de una roca igual á la precedente, sino que la augita se conserva en algunos puntos.
- 7.—*Ejemplar de sílex verde*.—Tomado en las hiladas del lias superior, á la inmediación de un filon de ofita en término de Montillana. Está compuesto principalmente de ópalo de una extinción extrema entre los nicoles cruzados. Muestra algunas esferolitas pequeñas calcedoniosas y algunas agujitas de actinota muy diseminadas.
- 8.—*Mineral de hierro*. Explotado á la inmediación de los filones de ofita de Montillana. Hierro oxidulado con algunas impurezas (calcita y cuarzo).

de diques y filones, en las hiladas del lias superior. La naturaleza y la posición de esos filones, así como el modo como han modificado la roca sedimentaria que les forma caja, eluden desde luego cualquiera hipótesis que tendiera á explicar por una dislocación posterior el contacto de la ofita y de los bancos liásicos (1).

NORTE DE MONTEFRIO.—Marchando por el sendero de Montefrío a Priego se pisan primero areniscas finas, calizas, margas de color de ladrillo y calizas margosas blanco-amarillentas; pero no se tarda en dejar todas esas capas numulíticas para penetrar en un macizo formado por calizas margosas con sílex, que se dividen en losas, margas rojas y pizarras del mismo color con *Aptychus neocomienses*.

En el cortijo de Lojidia cambia la naturaleza del terreno, puesto que se halla sobre un cerrejón ofítico rodeado por todas partes de calizas y pizarras con *Aptychus*, y unido hacia el nordeste á un macizo de calizas margosas blanco-amarillentas, con venas de margas azuladas; las cuales calizas contienen amonitas que, aun cuando mal conservadas, parecen corresponder á formas neocomienses. Si sobre estas capas se marcha hacia Priego, se ve que se apoyan sobre otras calizas azules compactas, que á su vez se hallan en relación íntima con margas calcáreas que contienen *Amm. infundibulum* y *Amm. subfimbriatus*. Las ofitas de Lojidia parecerían, pues, de edad neocomiense, ó á lo sumo de la jurásica superior, si por otro lado no se pudiera relacionar ese hecho con la aparición de margas irisadas yesosas en medio de los terrenos cretáceos, y suponer que tanto esas ofitas como esas margas con yeso representan el fondo del mar cretáceo.

CAPÍTULO V.

DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DE LA REGION EXPLORADA.

En la descripción sucesiva de los diferentes tramos, hemos mencionado la mayor parte de las observaciones que vamos á reunir en este capítulo, sino que aquí las agrupamos, sierra por sierra, de mane-

(1) Este es un hecho que hay que agregar á los señalados por M. Viguier en los Corbières (*Comptes rendus*, 12 de Julio de 1886), y por M. Stuart Menteath en los Pirineos occidentales. (*Bull. Soc. géol. de France*, 3.^a serie, tomo XIV, pág. 587.)

ra que den una idea, siquiera sea sumaria, de la estructura de la región; y decimos sumaria, porque nuestra permanencia en Andalucía fué demasiado corta para que podamos tratar de una descripción completa, teniéndonos que limitar más bien á una explicación del mapa que acompaña, confirmada con la representación de algunos cortes.

Esa explicación nos parece tanto más necesaria cuanto que, sin hablar de su imperfección y del pequeño número de subdivisiones representadas en él, la lectura de nuestro mapa presenta efectivamente ciertas dificultades, algún tanto análogas á las que ofrece el estudio del terreno y debidas á las mismas causas. Los rasgos principales de la estructura de las sierras subbéticas se hallan en parte ocultos por las dos transgresiones terciarias, ó sean la del numulítico y la del mioceno. Es verdad que los empujes y plegaduras sufridas por los terrenos continuaron ó se renovaron después del depósito numulítico, y que, en consecuencia, las capas eocenas se muestran con frecuencia tan trastornadas como las jurásicas ó cretáceas; pero los pliegues que forman, sin duda influenciados por el relieve que ya había adquirido la cordillera cuando aquéllas se constituyeron, son irregulares y como caprichosos, sin que sus sinclinales y anticlinales muestren una dirección general en correspondencia con la del esfuerzo orogénico á que se deben.

Si, pues, se quiere llegar á coordinar y enlazar entre sí los diferentes eslabones ó sierras y los diversos accidentes de la región, es conveniente prescindir de los depósitos numulíticos y miocenos, procurando después reconstruir el conjunto mediante las diferentes porciones que se hallan diseminadas, y una mirada sobre el mapa demuestra que, aunque todas esas porciones nos fuesen perfectamente conocidas en sus detalles, todavía queda mucho sometido á interpretación.

Esas dificultades disminuyen grandemente para la región situada al norte de la cuenca miocena de Granada, porque en ella los depósitos terciarios no ocupan extensiones tan grandes; pero por ese lado fué poco lo que pudimos recorrer, y allí tropezamos con un nuevo obstáculo: la transgresión probable del cretáceo. Puede admitirse que su contacto con el triás al norte de Loja se debe á una falla; pero por el lado de Montefrío y de Carcabuey descansa directamente sobre el triás ó sobre el lias, y su contacto con este último en la vertiente septentrional de la sierra Parapanda, parece más bien de discordancia que por falla.

La primera de esas líneas que hay que reconstruir, es la del contacto de los terrenos primarios y secundarios, ó sea el límite entre la cordillera Bética y las Subbéticas, á la cual, según ya hemos dicho, la ocultan los depósitos numulíticos y miocenos, salvo al sur de Alhama y al norte de Granada. Pero en realidad esa es una línea ideal cuya importancia no debe exagerarse, pues es claro que, dada una sierra, esa línea variará, sin nuevos movimientos del suelo, por consecuencia de denudaciones. La hemos trazado siguiendo poco más ó menos las inflexiones de los ejes sucesivos de los pliegues; mas hemos de hacer notar que un poco á la izquierda del camino de Alfarfate al cortijo del Enebral, hemos observado una manchita de filadíos en medio del numulítico, y además que en el mapa del señor de Orueta se señalan más al sur, alrededor de Colmenar, algunos islotes jurásicos. El primero de estos hechos induce á encorvar nuestra línea hacia el N. por cima de Colmenar, mientras que el segundo, por el contrario, la atraería hacia el S., lo cual no quiere decir más sino que esa línea, del todo subjetiva, es un poco arbitraria.

Al norte de la misma se halla la faja triásica de Antequera y Loja que, por su continuidad, suministra un excelente punto de referencia. Hasta Loja la limita constantemente por el sur el numulítico, de modo que, dada la diferencia de sus direcciones con la de los eslabones jurásicos inmediatos, sólo hipotéticamente la limitamos hacia ese rumbo por una falla. Las colinas liásicas de Salinas, Las Hoyas y Los Hachos de Loja descansan directamente sobre la referida faja, y creemos que lo mismo sucede respecto á la sierra Parapanda; de manera que la falla, ya señalada, que á lo largo de la carretera de Loja á Colmenar separa el liás del cretáceo, lo mismo que la que es preciso suponer en el desfiladero de Loja para explicar la diferente composición de las colinas que lo limitan, deben ser continuación de la precedente.

Por el norte se apoyan, contra la misma faja triásica, dos islotes jurásicos, el de Archidona y el del peñón de Los Enamorados, limitándose en todo lo demás primero por el numulítico y después, al nordeste, por el cretáceo. Suponemos que el contacto del triás con el cretáceo y con las mencionadas manchas jurásicas se verifica también por ese lado á consecuencia de una falla continua, y que únicamente hacia Montefrío y la sierra Parapanda es donde acaso la continuación de esa falla resultaría una línea de discordancia estratigráfica.

Conviene indicar que en Provenza, en la comarca de Toulon, conocemos ejemplos, completamente semejantes al de que hablamos, de fajas estrechas triásicas (muschelkalk y margas irisadas) que se siguen entre dos fallas durante muchos quilómetros, limitadas á uno y otro lado por haldas jurásicas mucho menos plegadas que ellas.

Entre la repetida faja triásica y la cordillera Bética, se muestran muchos pliegues que parece persisten en grandes longitudes. Al sur de la sierra de Abdalajis, ya al oeste del campo de nuestras investigaciones, dos anticlinales próximos entre sí hacen que asomen el triás y el infralías, cuya continuación va á ocultarse por bajo del numulítico.

Más á levante, junto á la carretera de Loja á Colmenar y Málaga, se hallan también otros dos anticlinales que se suceden muy próximos, uno por cima y otro por bajo de Alfarnate. El primero sigue en forma de falla por el sudoeste á través de la sierra del Saucedo (al este de Villanueva), mientras que por el nordeste forma un pliegue en la sierra de Loja, cada vez menos acusado, hasta el pie del Sillón Bajo, donde hace que aparezcan las calizas bien estratificadas del dogger. El segundo de esos anticlinales, al cual se debe que asomen el infralías y algunas margas triásicas junto á Alfarnatejo, parece que en ese punto se dobla hacia el SE. Creemos que esos dos pliegues son continuación de los de la sierra de Abdalajis.

Entre ellos se origina otro nuevo anticlinal que forma la sierra de Marchamonas al sur de Zafarraya. Cerca del cortijo Azafranero, donde los terrenos antiguos se limitan sin duda por una falla, se confunde con ésta, y después continúa probablemente hacia el norte de los baños de Albama, para lo cual ha tenido que encorvarse hacia este rumbo. Siguiendo esta dirección hasta las inmediaciones de Granada, se encuentra el anticlinal de la sierra Elvira, que hace aparecen las margas irisadas en Pinos Puente. (V. lám. B.)

Los sinclinales que separan esos pliegues se marcan bien en la sierra de Loja por la faja de manchas cretáceas de Las Chozas y por la del manantial del Mamanil, y más al noroeste se halla en la misma cordillera la huella de un último anticlinal menos importante, que va á confundirse, junto á Loja, con la falla del desfiladero.

En la sierra últimamente nombrada, todos esos pliegues anticlinales se señalan menos que al sudoeste; van borrándose más y más, y ya, entre las sierras Parapanda y Elvira, únicamente les corresponden las arrugas secundarias del gran sinclinal que separa las dos ca-

denas, y cuya existencia la acusa una serie de asomos cretáceos que, á modo de islas, emergen en medio del mioceno entre Ilora y Pinos Puente.

Finalmente, al noroeste de la faja triásica de Loja se suceden la cuenca cretácea de Montefrío, la cadena jurásica que lleva el nombre de La Tañosa y la zona triásica anticlinal de Priego, que se tuercen más y más hacia el N. NE. al aproximarse á la provincia de Jaén.

Repetiremos ahora que no está probado que la cuenca cretácea de Montefrío corresponda á un gran sinclinal de los terrenos jurásicos; antes bien, el contorno irregular de las dos líneas que la separan de la cadena liásica por el sur, y de la del jurásico indeterminado por el norte, y los isleos liásicos y aun triásicos que asoman entre las capas cretáceas, autorizan la hipótesis de una discordancia estratigráfica, y en este caso no es posible decir por ahora hasta qué punto las denudaciones postjurásicas, así como las plegaduras ulteriores, han contribuido á determinar la posición de los actuales depósitos cretáceos. De todos modos, siempre resulta una gran diferencia entre la discordancia numulítica que ha dado á los depósitos de esta edad una disposición completamente irregular, y la discordancia cretácea que ha permitido á los de ésta orientarse según la dirección común de los pliegues sucesivos.

Basta lo dicho para significar el alcance de nuestro esquema y el amplio lugar que deja á rectificaciones sucesivas; no sin que dejemos de insistir acerca de un hecho que pone en evidencia, y que para *nosotros resulta de nuestros estudios de una seguridad casi completa*, cual es el de la *ausencia*, ó, por lo menos, si es que han eludido nuestra atención, *poca importancia de los accidentes transversales* en el territorio que hemos explorado ⁽¹⁾. Sin duda que una inflexión en el eje de los pliegues, tal como la que se observa al oeste de la sierra de Loja, puede considerarse relacionada con ese orden de fenómenos, y, si se quiere, admitiremos que esas inflexiones tienen con las fallas transversales la misma conexión que las plegaduras con las fallas longitudinales; pero semejantes inflexiones únicamente señalan una *tendencia* á la producción de los accidentes transversales, y esa tendencia no aparece en nuestro territorio tan pronunciada que real-

(1) Los Sres. Taramelli y Mercalli, que han llegado á la misma conclusión que nosotros, insisten acerca de la importancia de los accidentes longitudinales, restringiendo la de los transversales. M. Fraas, por el contrario, asigna á esos últimos un valor considerable en la estructura de la región.

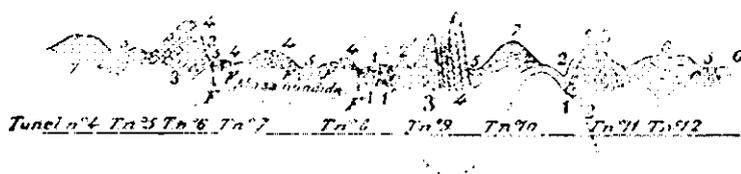
mente los haya producido. Asignamos á esta observación tanta mayor importancia, cuanto que el estudio de los terrenos cristalinos ha inducido á otros á atribuir á los accidentes transversales una influencia considerable en los últimos terremotos.

SIERRA DE ABDALAJÍS.

Empezaremos por poniente el estudio sucesivo de los diversos relieves, sin insistir sobre sus respectivas posiciones y relaciones con el conjunto de la cordillera.

La sierra de Abdalajís es fácil de estudiar en los desmontes del ferrocarril de Málaga (fig. 37). Forma una serie de pliegues, dirigidos próximamente de O. á E., entre los cuales aparecen muchos asomos cretáceos. Entre los túneles núms. 6 y 9 se ve un ejemplo curioso de hundimiento semicircular de una masa, que ahí está constituida por calizas titónicas, poco quebradas, y que se apoyan contra el triás ó el jurásico inferior.

Fig. 37.—Corte que dan los desmontes del ferrocarril de Málaga en la sierra de Abdalajís.



- | | |
|---|-------------------------------|
| 1.—Margas irisadas. | 4.—Titónico. |
| 1'.—Bancos con <i>Avicula præcursor</i> . | 5.—Margas rojas cretáceas. |
| 2.—Lias. | 6.—Numulítico. |
| 2'.—Caliza oolítica. | 7.—Molasa marina (helvético). |
| 3.—Calizas del jurásico medio. | |

En esa sierra, el jurásico está formado casi uniformemente por calizas blancas, compactas ú oolíticas; las intercalaciones margosas ó grumosas de la parte superior, muestran, gracias á las amonitas que en ellas pueden recogerse, que el titónico mide ahí un espesor de 120 metros por lo menos; de manera que para los demás tramos resulta, al mismo tiempo que uniformidad en la composición, reduc-

ción correlativa en su espesor. Ahí es, sin embargo, como en su lugar hemos dicho, el único paraje en que pudimos comprobar la existencia de fósiles batónicos.

He aquí la sucesión que pudimos apreciar á lo largo del ferrocarril:

Después de pasar tres túneles practicados en molasa marina belvética, se ve, á la entrada del núm. 5, el cretáceo representado por margas rojas pizarreñas y endurecidas, en discordancia aparente con el macizo calizo jurásico que ese túnel atraviesa, y junto al número 6 reaparece formado por losas blancas de margas sobrepuestas con regularidad á una potente serie de calizas jurásicas que buzan hacia el N. Bajo los túneles es difícil observar con exactitud la composición y sucesión de esas calizas.

Entre los túneles núms. 6 y 9 aparece una gran hondonada limitada al norte, sur y oeste por elevaciones calizas escarpadas, mientras que por levante las cuevas calizas y margosas ofrecen pendiente más suave hacia el ferrocarril. La línea de asomos jurásicos es continua en todo ese círculo por el lado de las escarpas; y como el examen de las del sur, unido á la consideración de la pendiente y del espesor de las del norte, permite deducir que la base de todas está formada por el lias ó jurásico inferior, la depresión central parece que debiera estar ocupada por el triás, al menos en gran parte; triás que, en efecto, aparece un poco más al sur; pero lejos de ser así, la cubre completamente el titónico, acompañado de algunas manchas cretáceas. Hubo, pues, un hundimiento en el eje del anticlinal, acaso con deslizamiento de los bancos en la dirección del eje, ocasionándose en consecuencia una falla semicircular.

Los desmontes de la vía junto á los túneles núms. 7 y 8, así como las pendientes calizas que les siguen á levante, formadas por los mismos bancos, nos han dado *Aptychus* con costillas, belemnitas y amonitas titónicas (*Amm. silesiacus*, *Amm. colubrinus*, *Amm. ptychoicus*, etc.), y en una mancha cretácea, cerca de un cortijo al este del ferrocarril, hemos encontrado el *Amm. Astieri*.

Pasado el túnel núm. 8 se hallan margas irisadas, dolomias amarillas, capas de yeso, calizas negras bien estratificadas y una hilada parduzca con náuticas, *Avicula præcursor* y *Myophoria vetista*. Un pliegue secundario hace que estas capas asomen dos veces, y después sigue toda la serie jurásica en bancos casi verticales, que en total abarcan un espesor de 250 á 300 metros.

Principian éstos por unas calizas grumosas, ligeramente oolíticas, blanco-grisáceas, que forman una crestecita peñascosa delante del túnel núm. 9. Abundan en ellas nerineas y náticas indeterminables; pero la posición estratigráfica de estas calizas y la analogía de las nerineas que contienen con las de Villanueva del Rosario, permiten referirlas al lias medio. Una hondonada pequeña, llena de derrubios, separa esa crestecita del túnel.

Los bancos que éste atraviesa se observan mejor siguiendo un sendero que, por levante, salva la cresta principal, y haciéndolo así aparece desde luego una oolita miliar que muestra en la parte superior algunos restos de gasterópodos, á la cual siguen calizas compactas, formando el conjunto un macizo tan uniforme que, aun cuando se llegue un día á demostrar la presencia en él de diferentes horizontes fosilíferos, nunca será posible precisar y seguir el límite de los diversos tramos. Como ya hemos dicho, la continuidad y los caracteres litológicos de las hiladas indican una sedimentación constante, sin interrupciones, y para nosotros es indudable que esa serie homogénea representa todo el jurásico, hasta el titónico.

Este, compuesto de calizas compactas con algunas intercalaciones de lechos grumosos y nodulosos, á trechos rojizos y fosilíferos, aparece en el túnel cerca de un paraje en que la vía atraviesa un tajo inmenso, paralelo á los planos de estratificación, pero que sólo mide unos cuantos metros de anchura. Contienen, formando nódulos, muchas amonitas, en general rodadas, según su apariencia; pero, aunque hemos podido determinar el *Amn. silesiacus*, son más las que no se muestran bien conservadas.

Cien metros más adelante, á la salida del mismo túnel núm. 9, otro banco vertical brechoide, que forma la parte superior del titónico, contiene las mismas amonitas: contra él se aplica el cretáceo rojo, también en bancos verticales, y sigue después, en capas casi horizontales, y por lo tanto en discordancia con ellos, molasa helvética que muestra en la base un conglomerado de elementos voluminosos y cubre todas las cumbres al oeste del ferrocarril.

Después de la molasa, á la cual atraviesa el túnel núm. 10, se hallan calizas algo dolomíticas, bien estratificadas, que referimos al infralías, en bancos que, primero ligeramente inclinados hacia el N., se levantan rápidamente hasta la vertical, se encorvan al sur y vuelven á levantarse formando un codo brusco que deja asomar en un estrecho anticlinal margas irisadas con yeso. El túnel núm. 11 y

los desmontes que lo limitan atraviesan la rama meridional de ese pliegue, formado primero por calizas azules, sin duda liásicas, y después, á la salida del túnel, por calizas amarillentas con manchas azules y venas delgadas de margas verdosas; las cuales calizas, de una estructura brechoide muy especial, nos han dado *Helignus polytypus* y numerosos braquiópodos batónicos, según hemos dicho más atrás. El numulítico se apoya sobre ellas en discordancia (túnel núm. 12), sin intermedio del tilónico, y cerca de la estación de El Chorro aparece, en medio del mismo numulítico, un isleo de margas cretáceas, así como al sudeste una colina jurásica que no hemos explorado y que se apoya directamente sobre filadíos cambrianos.

Otro corte, tomado en la parte del nordeste de la sierra, ó sea entre Gobantes y el cortijo de Las Perdices (fig. 38), nos demostró la existencia de repetidos depósitos cretáceos entre los pliegues del jurásico, constituidos aquéllos constantemente por margas muy calcáreas y eminentemente pizarreñas, rojas ó blancas y sin fósiles, en las que á veces se encuentran sílex amarillentos y riñones de jaspe; los cuales depósitos se ofrecen en ocasiones cual si llenaran concavidades preexistentes en las calizas jurásicas.

Fig. 38. —Corte entre Gobantes y el cortijo de Las Perdices.



Las dos fajas numulíticas que por el norte y el sur limitan la sierra de que hablamos, se reúnen por levante al oeste del pueblo que lleva el nombre de El Valle de Abdalajís, conteniendo en ese paraje cantos jurásicos; y la sierra se muestra ahí como sumergida en margas eocenas, entre las cuales emergen dos mogotes calizos (Orejas de La Mula) que indican la continuación subterránea del jurásico, que luego reaparece por levante en las sierras del Camorro y del Torcal.

SIERRAS DEL TORCAL Y DEL CAMORRO.

A la sierra de Fuenfria siguen por el este las del Camorro y del Torcal, formadas por calizas jurásicas guarnecidas por pizarras rojas neocomienses y comprendidas entre dos fajas eocenas.

La del Torcal es la más interesante y pintoresca. A ella se sube desde Antequera por un sendero que, abierto en caliza, conduce á un puertecillo en el que aparecen pizarras margosas neocomienses apoyadas sobre el jurásico ó plegadas en las concavidades de ese último, llegándose al Torcal Bajo, donde asoman calizas brechoídes róseas del titónico y otras blancas; todas las cuales, abarrancadas por las corrosiones, presentan un aspecto ruiforme muy notable.

Más arriba se alza el Torcal Alto constituido por bancos bien estratificados de caliza gris blanquecina, brechoide y con porciones grumosas, los cuales bancos contienen *Amn. hominalis*, *Amn. Loryi*, *Amn. agrigentinus* y otras especies de la zona del *Amn. acanthicus*. Estas hiladas, que forman una rara y pintoresca sucesión de cornisas gigantescas, pasan lateralmente hacia la base á unos lentejones compactos de caliza oolítica blanca.

Por debajo se extiende, junto á una caseta de picapedreros, otra hilada de calizas bien estratificadas, á las que dan asiento otras oolíticas blancas y macizas, y á éstas unas losas rojas que contienen amonitas (*Perisphinctes*) y belemnitas. Todavía más abajo aparecen calizas blanquecinas, compactas, con coralaris, crinoides, *Aptychus* y belemnitas, entre las cuales calizas reaparecen lentejones de aspecto oolítico.

Los dos cortes representados en las figuras 39 y 40, tomados al sur del molino de Antequera, muestran la disposición de las capas jurásicas en el límite septentrional de la sierra del Torcal, á cuyo pie recordaremos que recogimos el *Calamophyllia stabellum*, del jurásico superior junto á los bordes de la carretera vieja de Antequera á Málaga.

Esa carretera apenas empieza las calizas jurásicas rojas que se muestran en la porción inferior de la figura 39, sino que aprovecha una depresión ocupada por el numulítico para salvar la divisoria, sin perjuicio de lo cual permite observar dos hechos importantes: el contacto de la faja triásica con los relieves calizos en el único punto en que

el cerro que domina á Villanueva de Cauche las cubren calizas blancas y róseas, con muchos fragmentos de amonitas que, aun cuando indeterminables, es seguro que pertenecen al lias; y estas calizas, que forman la vertiente septentrional de aquel relieve hasta el cortijo de Los Bosques, buzan con fuerte inclinación, ocultándose por bajo del numulítico. Cerca del camino que pone en comunicación los referidos pueblo y cortijo, se hallan además, frente al isleo que separa entre sí los ríos Guadalhorce y Paroso, calizas negras con silix, idénticas á las de la sierra Elvira, y una manchita de calizas margosas con *Amm. radians*. Unas y otras se extienden por las mismas orillas del Guadalhorce, y las calizas blancas que al sudeste se ocultan bajo el cretáceo, deben corresponder probablemente al jurásico superior, pero no nos han dado fósiles. En medio de ese isleo debe existir una falla, pues no de otra manera puede explicarse la disposición de las capas que lo forman.

SIERRAS DEL SAUCEDO Y DEL GIBALTO.

(VILLANUEVA DEL ROSARIO.)

La sierra precedente, en lugar de estar, como las anteriores, completamente rodeada de depósitos numulíticos, se une á la de Villanueva del Rosario por una lengüeta caliza, á cuyo pie se halla el cortijo del Enebral, edificado sobre margas irisadas, que ahí dan asiento á unas carniolas y calizas dolomíticas, que se deshacen en placas y que atribuimos al infralías.

A levante del cortijo referido se levanta un cerro áspero de calizas blancas, que termina en punta la línea de escarpas que más al este limita, hasta Alfarnate, la faja de relieves eocenos. El modo brusco de separarse esas calizas blancas de las margas irisadas nos hizo deducir la existencia de una falla que luego encontramos bien señalada por cima de Villanueva del Rosario, cuando, partiendo de este pueblo, ensayamos establecer la sucesión que ofrece la sierra del Saucedo.

Villanueva del Rosario está edificada (fig. 41) sobre margas rojas numulíticas, muy plegadas y casi verticales, á levante de las cuales aparecen calizas oolíticas blancas con crinoides, y más adelante dolomías granudas, semejantes á las de la carretera vieja de Antequera á Málaga; todo ello en bancos cuyo buzamiento es hacia el O. El asomo de las dolomías determina en la sierra una ligera depresión que

se dirige al cortijo del Euebral, limitada á levante por un relieve bastante brusco de calizas blancas poco inclinadas, que atribuimos al jurásico superior, las cuales forman hasta por encima de Alfarnate una meseta con resaltos y barrancos que hacen difícil la marcha sobre ella. Creemos que una falla las separa de las dolomías, y más arriba de Alfarnate se apoyan sobre otras calizas bien estratificadas que probablemente pertenecen al dogger.

Fig. 41.—Corte junto á Villanueva del Rosario.



- | | |
|---|------------------------|
| 1.—Margas irisadas, (Pirita, etc.) | 4.—Lias superior rojo. |
| 2.—Carñiolas y dolomías. | 6.—Calizas blancas. |
| 3.—Carñiola blanca coralígena con braquiópodos y sílex. | n.—Sarmulítico. |
| | F.—Falla. |

Retrocediendo á Villanueva del Rosario, otro corte trazado más al norte que el precedente, y siguiendo el camino de Alfarnate, nos confirmó nuestras apreciaciones, señalándose mejor en él la existencia de la falla referida, no sólo por la presencia de margas irisadas, sino también por la de una brecha en las paredes de la escarpa á cuyo pie éstas aparecen; y como esa brecha contiene algunos islotes rojos, puede suponerse que á lo largo de la misma falla existan algunas manchas neocomienses. Volviendo á bajar desde ese punto á la población, se encuentran calizas blancas con *Rhyechonella bidens* y otros fósiles, y por fin el toarciense rojo con fragmentos de belemnitas.

Debemos hacer notar que la disposición de los bancos entre la falla y Villanueva del Rosario se corresponde exactamente, tanto por su sucesión como por su buzamiento, con la de los de la sierra de Villanueva de Cauche.

La del Saucedo se une á la de Loja por el intermedio de una lengüeta estrecha de calizas á que atraviesa la carretera de Colmenar y Málaga. En ella se ven las calizas oolíticas de Villanueva del Rosario,

y por bajo de ellas bancos dolomíticos; pero parece que á la falla repetida reemplaza en ese paraje un pliegue brusco, bien marcado en un barranco al este de la carretera.

Por el contrario, los macizos del Gibalto y de Las Hoyas están separados del Saucedo por una depresión ocupada por el numulítico y atravesada por el Guadalhorce.

El Gibalto, del que hemos explorado la vertiente occidental, está formado por calizas blancas del jurásico superior y de una pequeña porción numulítica al pie de la cumbre principal. Al sudoeste de esa misma cumbre hay un paraje en que se observan calizas titónicas y un poco del terreno cretáceo.

El macizo de Las Hoyas, más pequeño que el precedente é inmediato á él, está constituido enteramente por el liás, y así es que subiendo por la vertiente septentrional aparece desde luego una alternación de dolomias y calizas blancas, cuya inclinación, primero bastante débil, se acentúa mucho hacia la falla que sigue la carretera de Loja; á la cual alternación se sobreponen margas con *Amm. Levisoní* y losas calcáreas grises y rojizas con *Posidonomya alpina*.

Preciso es referir á este grupo los cerrejones de calizas grises y dolomias que pasan á carniolas, que se hallan á lo largo del límite del camino de Villanueva del Trabuco á Salinas, así como el más importante que se levanta al este de la estación de ese nombre, y que constituye el mejor yacimiento de fósiles del liás medio que nosotros hemos hallado.

SIERRAS DE ALFARNATE, DE MARCHAMONAS Y DE ZAFABRAYA.

(LÍMITE MERIDIONAL DE LAS CORDILLERAS SUBBÉTICAS.)

Si ahora retrocediéramos hacia el sur, veríamos (fig. 56, pág. 502) una serie de pliegues secundarios intercalados entre los que hemos seguido precedentemente y el límite de la cordillera Bética. Aunque algunas de las sierras que les corresponden pudieran considerarse formando parte del gran macizo de Las Cabras, la depresión por donde va el camino de Alfarnate á Zafarraya las separa lo suficiente para que podamos considerarlas en párrafo aparte.

Un anticlinal bien marcado que se halla entre Alfarnate y Alfar-

natejo hace que asomen las margas rojas y verdes más elevadas del triás en los desmontes que se han practicado para investigar y recoger aguas. Desde ahí las capas, que buzan con regularidad hacia Al-farnate, son primero calizas dolomíticas; después calizas blancas compactas, en las que no hemos visto fósiles, y, finalmente, al llegar al pueblo, calizas grises, en lechos bien estratificados, con sílex y numerosos restos de equinoides, crinoides y braquiópodos; sobre los cuales lechos, que atribuimos al dogger, se apoya el numulítico, que ocupa también las concavidades, ofreciendo buenos ejemplos de discordancia y de brechas de contacto, y que muestra, como al pie de Las Hoyas, capas de oolitas silíceas.

Una lengüeta numulítica que separa esta sierra de la del este, constituyendo el puerto del Sol (fig. 42), va á terminar en el cortijo

Fig. 42.—Corte en el puerto del Sol.



J.—Caliza jurásica blanca y gris negruzca, con belemnitas.

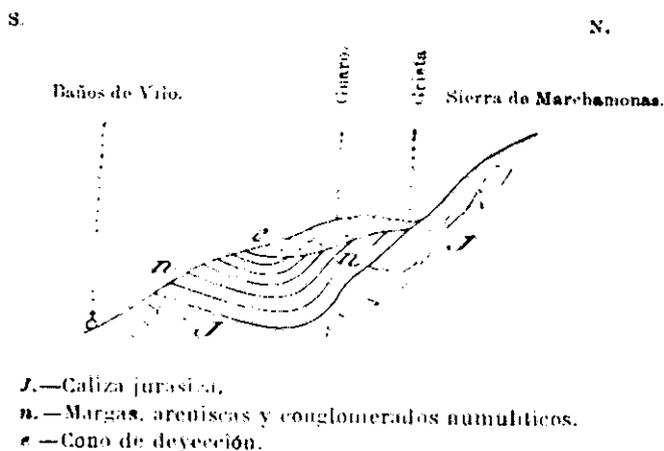
S.—Numulítico en el puerto del Sol.

de Guaro, completamente destruido por los deslizamientos superficiales que determinaron los últimos terremotos (fig. 45). Al sur, el jurásico, que se oculta bajo el numulítico, muestra en los baños de Vilo que su base está constituida por calizas negruzcas, y al norte (sierra de Zafarraya) forma un anticlinal muy agudo, cuyo centro lo ocupan dolomias cristalinas que á uno y otro lado dan asiento á un depósito poco grueso de calizas blancas, á las cuales cubren, por lo menos en la porción meridional, manchas del titónico y del cretáceo. El eje de ese pliegue anticlinal dibuja una inflexión muy pronunciada entre Guaro y Zafarraya.

En las referidas calizas blancas hemos encontrado restos de corallarios y de nerineas, así como la *Rhyn. subvariabilis*, y en los derrumbios de otra caliza gris, evidentemente superior, belemnitas y amonitas (*Amm. colubrinus*).

Si desde ahí se sigue el borde meridional de la sierra de Marchamonas, se encuentran en muchos puntos calizas neocomienses, con *Amm.*, *Tethys* y ancilóceras, ligeramente inclinadas, las cuales parece se apoyan contra la escarpa de calizas blancas confusamente es-

Fig. 43.—Corte en el cortijo de Guirro.



tratificadas, por regla general, y que en algunos parajes, como ya lo hemos dicho, pasan lateralmente á margosas con riñones calcáreos, semejantes á las que más al norte contienen la fauna litónica; siendo precisamente á la inmediación de ese tránsito donde obtuvimos el *Hemycidaris crenularis*.

Ahí es también donde aparece bien claramente que las calizas blancas de estratificación confusa están en realidad verticales, pudiéndose observar que el cretáceo cubre las laderas del pliegue en los parajes en que éste se ha invertido, en los cuales es frecuente, como fenómeno conexo, que las capas margosas hayan sufrido un estiramiento y el adelgazamiento consiguiente, de lo cual resulta el aspecto de discordancia estratigráfica (fig. 44).

Un corte análogo, aun cuando con modificaciones locales, se halla á lo largo de la escarpa hasta cerca de la sierra Tejada, más allá del puerto de Zafarraya.

Un barranco bastante profundo, situado á levante del cortijo Azafranero, separa esa sierra del macizo secundario. Á pesar de los depósitos numulíticos que penetran en esa depresión, se ven en ella

las arcillas y areniscas triásicas señaladas por el Sr. Mac Pherson y separadas probablemente por una falla de la mancha titónica muy fosilífera (véase más atrás la lista de fósiles) que se observa en ese paraje, acompañada de otra más pequeña del neocomiense con aucci-

Fig. 44



- a.—Calizas blancas jurásicas.
- b.—Capas margosas titónicas y cretáceas.
- c.—Numulítico.

loceras. Nos ha parecido que ahí faltan las calizas blancas y las dolomías, y bajando al norte, por el otro lado del puerto, hacia el camino de Albama, se hallan inmediatamente las calizas grises bien estratificadas que hemos referido al dogger. Un poco más á levante, en el punto en que el borde de la sierra Tejada sufre una inflexión hacia el E., cubren al triás dolomías infralíasicas; pero en ese paraje las relaciones estratigráficas son tan complicadas, que sólo podrá descrifrarlas un estudio más detenido que el nuestro.

Continuando hacia el E. el camino de Albama, vuelven á encontrarse dolomías en gran desarrollo.

CUENCAS INTERIORES.

En los macizos de las sierras de Marchamonas y de Las Cabras existen muchas cuenquecitas interiores, de las cuales es la principal la de Zafarraya (fig. 45), que constituye una llanura cultivada bastante reducida, rodeada por todos lados de montañas áridas, que son: la de Las Cabras al oeste; al norte y al nordeste la de Albama; al este la extremidad de la Tejada, y al sur las de Marchamonas y de Zafarraya.

El suelo de esa cuenquecita está cubierto de una arena fina y mi-

cáfera, en la que se hallan esparcidos algunos guijarros silíceos y calizos más ó menos rodados. La gran regularidad de esa llanura y la naturaleza de los depósitos que la constituyen, sugiere inmediatamente la idea de que fué fondo de un lago, siendo probable que las mencionadas arenas finas se acumularon bajo aguas tranquilas. Dos cortaduras, el puerto de Zafarraya, cerca de las ventas del mismo nombre, y el Azafranero, que separa la sierra Tejeda de las montañas jurásicas, dieron en cierto momento salida á las aguas de ese lago, que quedó en seco, lo cual se confirma por la existencia á la inmediación de los puertos referidos de un aluvión antiguo, compuesto de cantos más ó menos rodados.

Fig. 45.—Corte en la cuenca de Zafarraya.



En la cuenca de que hablamos hay abiertos numerosos pozos entre Zafarraya y Las Chozas, y además la atraviesa el arroyo del primero de estos nombres, el cual, dirigiéndose hacia el extremo del noroeste, se pierde por una cavidad al pie de las montañas que por el oeste cierran la depresión, reapareciendo las aguas cerca de Loja formando el abundantísimo manantial del Manzanal. Los habitantes del país cuentan, en efecto, que echando objetos ligeros en el arroyo de Zafarraya, reaparecen después de algún tiempo en el Manzanal, cuyo manantial, junto al cerro de Las Monjas, tiene verdaderamente un volumen excepcional.

Hacia la extremidad occidental de la llanura se alza una colina caliza que da asiento al lugar de Zafarraya, cuya eminencia (945 metros de altitud) se debe probablemente á una combadura ó pliegue anticlinal de las capas jurásicas (fig. 45), y en los sinclinales que separan esa colina de otras inmediatas subsisten pizarras rojas que

atribuimos al neocomiense, y cuya existencia por bajo de los aluviones pudimos comprobar gracias á un pozo que recientemente se había abierto junto al camino de los baños de Vilo.

Esta cuenca, cuya estructura sinclinal se había ya indicado por el Sr. Gonzalo y Tariu, ofrece un interés particular á causa de su posición central en la región conmovida por los terremotos. Las demás son de dimensiones mucho más exiguas: de ellas, la de Alfarnate, de superficie muy ondulada, está compuesta por depósitos numulíticos, y la que hemos señalado al norte de Zafarraya, en las inmediaciones del cortijo Repicado y de la venta Gema, forma una llanura pequeña cubierta de aluviones antiguos (fig. 46), en medio de los cuales emergen isleos de caliza jurásica con manchas de molasa helvética con *Cidaris avenionensis*.

Fig. 46.—Corte al norte de Zafarraya.



- 1.—Caliza blanca jurásica.
- 2.—Molasa.
- 3.—Cuaternario.

SIERRA DE LAS CABRAS.

Los cerros del macizo de Las Cabras, entre Zafarraya y Loja, están formados por una serie de pliegues paralelos, orientados de N. á S. y del NE. al SO., uniformemente constituidos por calizas blancas compactas del jurásico superior, que en esos parajes miden gran espesor (200 metros por lo menos); en el fondo de cuyos sinclinales se conservan á trechos margas rojas neocomienses, que señalan la dirección de los mismos.

Esa estructura aparece bien patente en el vallejo que desde junto á Las Chozas, al norte de Zafarraya, sube hacia el N., y se nota desde lejos por el color rojo de sus tierras de cultivo. Cerca del cortijo se ven calizas blancas, brechoides, del titónico, y en el vallejo se pisan pizarras neocomienses, en las que, unos cuantos cientos de me-



tros más arriba, pueden recogerse *Aptychus Serauonis* y *Apt. Mortilleti*.

En medio de esas pizarras rojas resaltan islotallos elípticos del jurásico blanco, al sur de los cuales hemos visto que los bancos compactos pasan á calizas grumosas ó nodulosas con amonitas titónicas (*Amm. transitorius*, *Amm. voluensis*, etc.), cubiertas en concordancia estratigráfica por el neocomiense rojo, interponiéndose á veces entre los dos términos el neocomiense blanco con *Amm. Astieri*. En lo restante del contorno de los islotes la caliza blanca se levanta como en discordancia, y la estratificación de las pizarras rojas que contra ellos se apoyan parece independiente, debiéndose deducir de todo esto que en las plegaduras de las capas las calizas se han limitado simplemente á levantar las pizarras por un lado, mientras que por los otros han penetrado, como perforándolas, por entre las hileras menos resistentes de esas últimas: es decir que aquí ha debido ocurrir lo que generalmente se admite para los *Klippen* de los Carpatos, con la única diferencia de que en éstos el desgarrón fué más violento y se extendió por todo el perímetro de los islotes.

Hay también que deducir de lo expuesto que el eje, ó mejor arista directriz, del pliegue sinclinal, que sigue el vallejo en cuestión, no es una línea recta y regularmente inclinada, sino que presenta bruscas ondulaciones en sentido vertical. Es verdad que al otro lado del valle, ó sea en el otro borde del sinclinal, deberian hallarse señales de esas ondulaciones, y que allí, lejos de eso, únicamente aparecen una serie de bancos compactos, regularmente inclinados hacia el S., en el sentido general del buzamiento de la arista dicha; pero esa circunstancia singular nos la explicamos por la reaparición repetida de unas mismas capas, de modo que la *plegadura del pliegue* que se revela en el fondo del sinclinal por la aparición de los islotes jurásicos, se traducía allí (fig. 47) por una especie de estructura escamosa (*Schuppenstruktur*)⁽¹⁾, cada una de cuyas escamas ó escalones (1, 2, 3) corresponden á los resaltos de la segunda figura.

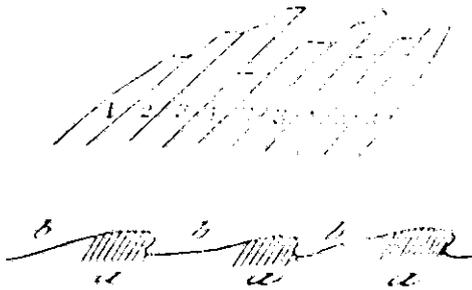
Algunas manchitas insignificantes de margas cretáceas, que asoman al oeste de Zafarraya, demuestran que el sinclinal que consideramos es continuación del de la cuenca de Alfarnate.

Un poco más adelante, cerca de la fuente de Pinos, se muestra otro interesante ejemplo de esas irregularidades locales en el contac-

(1) Suess, *Atlitz der Erde*, tomo I.

to del jurásico y del cretáceo: al neocomiense *cubre* el titónico, y buza, con débil inclinación, por bajo de las calizas compactas.

Fig. 47.



a.—Jurásico.
b.—Neocomiense.

Si se continúa la ascensión por la sierra, marchando hacia Loja, no cesa de caminar sobre un laberinto de calizas blancas sin fósiles, sin que se pueda observar otra cosa que un anticlinal poco marcado, al pie del Sillón Bajo, el cual hace que asomen unas calizas en capas delgadas, asimilables al dogger.

Al llegar al pie septentrional del macizo en las inmediaciones de Loja, se halla el yacimiento cretáceo del Manzanil, que ya hemos descrito en detalle (págs. 405 y 416), y que indica un nuevo sinclinal.

Atravesando la sierra desde ese punto á la carretera de Loja á Colmenar y Málaga, se aprecia la existencia de otro anticlinal que, dirigido primero, como los anteriores, de N. á S. próximamente, sufre por el lado de Loja una ligera inflexión hacia el E. para unirse con la falla del desfiladero. Este pliegue, por lo demás poco pronunciado, hace que aparezca una faja de dolomías por bajo de las calizas blancas, y más adelante, en el barranco ya referido junto á Loja, las calizas bien estratificadas del dogger.

El Sr. Gonzalo y Tarín menciona además hacia la cumbre de Los Frailes muchos asomos titónicos y una caliza con granos de cuarzo, que no hemos podido encontrar.

Pudiéramos estudiar ahora la faja triásica de Antequera y los de-

ósitos jurásicos del otro lado del Genil; pero antes describiremos los cerros y sierras que se ofrecen aislados en la cuenca miocena de Granada, porque parece que resultan de los mismos pliegues que en lo que antecede hemos procurado seguir, siendo, por lo tanto, parte integrante de la misma región plegada.

Nada hemos de agregar á lo que ya hemos dicho respecto á los montes de Alhama, y únicamente nos detendremos en la sierra Elvira, á la que dan un interés especial la diversidad de los depósitos que la forman y su inmediación á la capital granadina.

SIERRA ELVIRA.

La sierra Elvira ⁽¹⁾, rodeada de depósitos miocenos, se compone de dos relieves principales separados por una depresión, los cuales difieren mucho en cuanto á su altura y su extensión, siendo el más pequeño y más bajo, pero al mismo tiempo el más quebrado, el oriental, que se halla situado cerca del lugar de Atarfe. Por entre esas dos porciones avanzan los depósitos miocenos sin separarlas por completo, puesto que, según se indica en el mapa, al sudoeste de la depresión aparecen las rocas infrayacentes en el espacio que las separa.

Examinemos desde luego la referida porción oriental de la sierra Elvira. Marchando desde Atarfe en dirección al NO., se sigue por la izquierda una escarpa de calizas con sílex negros intercalada entre dos macizos de caliza con crinoides, cuyo conjunto constituye, según ya hemos dicho, la base del lias medio. Un sendero en zig-zag conduce á las canteras abiertas en la cumbre, y al pie de la escarpa, en el paraje en que su dirección se dobla hacia el O., puede notarse por encima de los derrubios una plataforma de sólo algunos metros cuadrados, en la que asoman calizas margosas con *Amm. algovianus*, mostrándose de nuevo sobre éstas la caliza con crinoides; de manera que ahí, lo mismo que sucede en otros muchos asomos neocomienses,

(1) Esta interesante sierra no ha fijado hasta ahora tanto como merece la atención de los geólogos: los autores antiguos (Silvertop, etc.) citaron en ella amonitas jurásicas sin designar los nombres de las especies; Schimper dijo que la sierra se halla formada de molasa terciaria; von Drasche, al mencionar el asomo jurásico de la misma sierra, se limitó á citar bivalvas, crinoides y, según de Verneuil y Collomb, amonitas, y el Sr. Gonzalo y Tarín sólo habla de fósiles mal conservados é indeterminables.

no parece, al primer golpe de vista, sino que existe una verdadera discordancia estratigráfica, y que las margas se depositaron en una concavidad preexistente en las calizas con crinoides. Sin embargo, un examen más atento hace deducir que el contacto del macizo superior, ó de las calizas con crinoides, con el inferior, al que se sobreponen las margas, se debe á una falla que puede seguirse largo trecho hasta que se oculta por bajo de derrubios, y cuya marcha, que no es rectilínea (véase la lám. *R.*), la acusa perfectamente una brecha. En la parte superior de la escarpa se ve á la caliza con crinoides buzar bajo las calizas margosas y las margas con *Amm. algoviannus*; y aunque los bancos tienen poca inclinación, aparece bien claro, siguiendo el contacto, que en muchos puntos desaparece una parte de las hiladas margosas á consecuencia de resbalamientos locales. Si desde ese punto se camina hacia el norte, se atraviesa la serie completa de las hiladas jurásicas de la localidad que, con las de la escarpa, completan las que entran en el corte figura 4 de la lámina *R.*, cuya sucesión es la siguiente:

1.—Caliza con crinoides.

2.—Caliza compacta con sílex negros, bien estratificada.

3.—Caliza con crinoides.

Después, en la cumbre de la primera escarpa:

4.—Caliza margosa azulada (con *Lytoceras*), que se explota en una cantera y que se muestra en bancos gruesos con manchas azules, en alternación con lechos de margas pizarreñas rojizas.

5.—Margas calcáreas con *Amm. algoviannus*, *Amm. Bertrandi*, etc.

La colina, de pendiente bastante suave, que se eleva al norte, muestra en seguida:

6.—Marga caliza gris con *Amm. bifrons* y *Amm. Levisoni*.

7.—Marga caliza con *Amm. subplanatus*, *Amm. bicarinatus*, etc., y margas con *Phylloceras* (*Amm. (Phyll.) Nilssoni*, etc.) piritosos.

8.—Caliza gris parduzca, margosa, con *Amm. Murchisonæ*.

La vertiente meridional de la misma colina está formada por:

9.—Losas con sílex y *Amm. cf. Humphriesi* y pentacrinos, en las que se hallan vestigios de explotaciones abandonadas.

Y siguen por fin:

10.—Dolomías.

- 11.—Caliza blanca del jurásico superior, en parte brechoide y explotada antiguamente, la cual forma una nueva escarpa.
- 12.—Neocomiense margo-calcáreo (*Amm. Astieri*, *Amm. Tethys*, pteroceras, etc.), en un pliegue de las calizas blancas.
- 13.—Depósitos guijarrosos terciarios formando el vallejo que separa la arista oriental del macizo principal de la sierra Elvira.

Al oeste de Atarfe se elevan, por las inmediaciones del ferrocarril, unas colinitas en las que hay abiertas muchas canteras en las mencionadas calizas gris-azuladas compactas (n.º 4), las cuales alternan con lechos de margas rojas y se apoyan sobre calizas con crinoides. Por allí, en el talud de un camino, asoma el liás superior con *Amm. radialis*. En la depresión que separa esas colinas de las precedentes, aparecen margas de un rojo parduzco muy obscuro y muy plegadas, que probablemente corresponden al triás, cuya presencia, inesperada en esos lugares, no puede explicarse sino por la existencia de una doble falla que ocultan los depósitos miocenos.

La vertiente occidental del macizo oriental de la sierra Elvira, es más complicada (fig. 2 de la lám. B), y hace ver que la depresión referida corresponde á una falla, puesto que, en efecto, las calizas con crinoides, que se explotan en las canteras que se hallan al nordeste de Atarfe, vienen á apoyarse contra margas calcáreas gris-rojizas con *Amm. algovianus*, *Amm. Bertrandi* y *Pygope erbaensis*, á las que cubre el liás superior con *Amm. bifrons* y *Amm. Levisoni*. Después, otra falla, dirigida también de N. á S., hace que asome el triás, en el que, descendiendo hacia los baños, se observan yeso y un mogote ofítico. En un banco de caliza margosa que se halla en la parte superior de las margas triásicas, hemos recogido la *Terquemia complicata*, Goldf., cerca de un manantial poco importante y no lejos de un cortijo aislado, á la inmediación del cual cubren á dichas capas calizas cristalinas, dolomías y calizas negras con restos de bivalvas.

Una tercera falla separa esos asomos del macizo principal de la sierra que consideramos, constituido por caliza con crinoides y calizas negras con sílex (liás).

Esta porción occidental de la sierra, mucho más extensa que la otra y con cumbres más altas (1094 metros), dista mucho de ofrecer tanta variedad é interés, porque está casi exclusivamente formada por el liás inferior y liás medio, muy poco fosilíferos, y únicamente se hace notable por el gran desarrollo que en ella adquieren las dolomías,

análogamente á lo que ocurre en la sierra de Villanueva de Cauche; desarrollo que es tanto más notable cuanto que las dolomías liásicas casi faltan por completo en el relieve oriental del macizo Elvira, en el que, sin embargo, las rocas triásicas y liásicas ocupan un espacio relativamente importante. Un cambio tan brusco en la composición litológica del suelo, ó sea la desaparición de las dolomías por el lado oriental de la sierra, creemos que es más aparente que real y que se debe á las fallas que dividen el macizo.

Como quiera que sea, si saliendo de Pinos Puente se sube por la sierra hacia el NE., se observa, á partir de ese lugar, la siguiente sucesión:

- 1.—Arcilla roja, sabulosa, endurecida, correspondiente al triás, cuyo depósito continúa hasta la vertiente septentrional, en la que se intercalan en él numerosas venas de yeso;
- 2.—Crinoides y calizas dolomíticas en capas delgadas que contienen vaciados de una bivalva indeterminable;
- 3.—Calizas compactas, negruzcas, bien estratificadas, en capas casi verticales, á las que sigue un depósito dolomítico.

La vertiente meridional de las cumbres principales está formada casi exclusivamente por esas últimas dolomías, en capas verticales ó poco menos, lo cual daría para ellas un espesor enorme si no se tuviera en cuenta que la dirección de las mismas se dobla hacia el O., y que hacia ese rumbo resultan con muy pequeña inclinación. La cresta, mucho menos elevada, que limita la sierra por el norte, está también constituida por esas dolomías; de modo que es muy posible que éstas formen muchos pliegues sucesivos, cuya existencia la disimula la misma uniformidad de las hiladas. Ello es que por bajo de un puertecillo estrecho abierto á levante de la cumbre de 1094 metros de altitud, se hallan margas rojas del liás con *Amn. algovianus* aprisionadas entre dos fajas de calizas con crinoides y con muchas señales de estiramiento ó indicios de inversión. Por encima de ese asomo, la caliza con crinoides contiene amonitas muy pequeñas, pero tan mal conservadas que no hemos podido reconocer su especie.

Para dar la mejor idea posible de la estructura de la sierra, hemos trazado su corte longitudinal según una línea curva, y todavía conviene, para el mismo objeto, que hagamos observar que, dirigiéndose hacia el S. su pendiente general, las cuestas que sigue la

carretera que pasa por Pinos Puente se hallan en general formadas por capas superiores á las dolomías (calizas negras con sílex, pero en menor abundancia que al este, y calizas con crinoides), y además que en ellas la inclinación es menor.

FAJA TRIÁSICA DE ANTEQUERA, HACHIOS DE LOJA Y SIERRA PARAPANDA.

Reunimos bajo un solo epígrafe un largo territorio de relieves ondulados y dos sierras calizas de aspecto muy diferente, para que así resalte mejor su continuidad estratigráfica.

FAJA TRIÁSICA.—Nada más monótono que los relieves formados por las margas del triás: algunos depósitos de molasa helvética los cubren junto á Antequera, y diversos mogotes ofíticos y ciertas capas de calizas y dolomías negruzcas, poco continuas, son los únicos accidentes que interrumpen la sucesión uniforme de margas, areniscas rojas y samitas triásicas, en la que á veces se intercalan también masas de yeso. Únicamente, pues, queremos insistir aquí en el modo como la faja se limita por sus dos lados septentrional y meridional.

Hemos dicho más arriba que eso nos parece que se verifica por fallas, sin que, sin embargo, pueda apoyarse esta hipótesis sino en simples indicios, porque á otra cosa se oponen los depósitos numulíticos que cubren la faja triásica en grandes extensiones. Al sur, en la carretera vieja de Antequera á Málaga y sus inmediaciones, es donde mejor se llega á la conclusión dicha. Por el norte, tres manchas jurásicas ó cretáceas, que son el peñón de Los Enamorados, el de Archidona y un asomo jurásico (ó acaso cretáceo?), que señala el Sr. Gonzalo y Tarín al sudoeste de Iznajar, en el límite de las provincias de Granada y Córdoba, se hallan en contacto con el triás; pero nosotros sólo hemos podido estudiar la primera, en la cual la existencia de la falla límite nos parece indudable, aun cuando á la verdad en un espacio muy reducido.

Al pie del peñón de Los Enamorados ⁽¹⁾, que domina una planicie numulítica que se extiende por el norte, se hallan margas rojas, y un

(1) Este pico, que se menciona repetidas veces en las descripciones de las guerras con los moros, ha dado motivo á diversos romances y consejas.

poco más lejos areniscas llenas de numulitas; pero aquél se levanta en una escarpa casi vertical de calizas blancas, primero bien estratificadas y después formando un macizo en la cumbre, en las cuales no encontramos más que braquiópodos indeterminables. Sigue, al iniciarse la vertiente meridional, un macizo de dolomías, y, en fin, una serie casi vertical de calizas grises bien estratificadas, de fractura astillosa, que forma la mayor parte de la caída al Guadalhorce. Á menos, pues, de no existir una inversión de las capas, que ahí parece tanto menos probable cuanto que la sucesión de ellas concuerda bastante bien, petrológicamente consideradas, con la de otros puntos de la región, es bien probable que los bancos inferiores representen el liás y los superiores el dogger, que de este modo resultaría separado por una falla de las margas irisadas que se extienden al otro lado del río mencionado.

Fig. 48.—Plano geológico del peñón de Los Enamorados.



T.—Trias.

N.—Numulítico.

J.—Jurásico.

ab.—Ferrocarril.

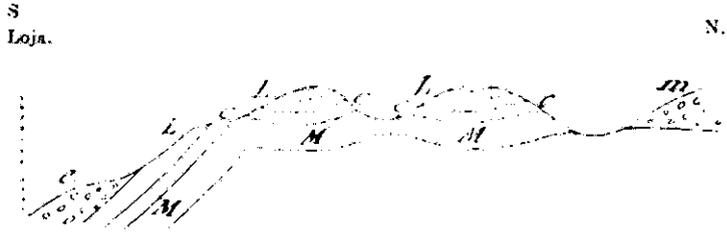
La flecha indica la dirección de las capas jurásicas.

* **HACHOS DE LOJA.**—El macizo de los Hachos de Loja (1025 metros de altitud), al norte de la ciudad, muestra, por el contrario, en su vertiente septentrional, calizas jurásicas regularmente sobrepuestas al trias, que es también el caso del cerro de Salinas y del macizo de Las Hoyas, prescindiendo, como ya lo hemos dicho, de algunos resbalamientos, ó mejor hundimientos, locales.

Dicho macizo (fig. 49) está formado de calizas blancas del liás, en parte oolíticas, con crinoides y sílex, entre los pliegues de las cuales

aparecen repetidas veces margas irisadas con lechos dolomíticos (infralías) en su parte superior.

Fig. 49.—Corte en los Hachos de Loja.



M.—Margas irisadas triásicas.
c.—Carñiolas y dolomias.
L.—Caliza blanca del lias.

m.—Molasa con *Pecten scabrisculus*.
d.—Derrubios.

En los bordes del valle por donde corre el Genil los bancos calizos buzan con fuerte inclinación hacia la vaguada, resultando, de comparar esta disposición con la de la opuesta sierra de Las Cabras, que es preciso admitir la existencia de una falla por bajo de las tobas recientes y de los depósitos tortoneses que ocupan el fondo del mismo valle (fig. 50), la cual falla debe ser continuación de la que sigue la carretera de Colmenar y Málaga, y probablemente también de la que suponemos limita por el norte la faja triásica.

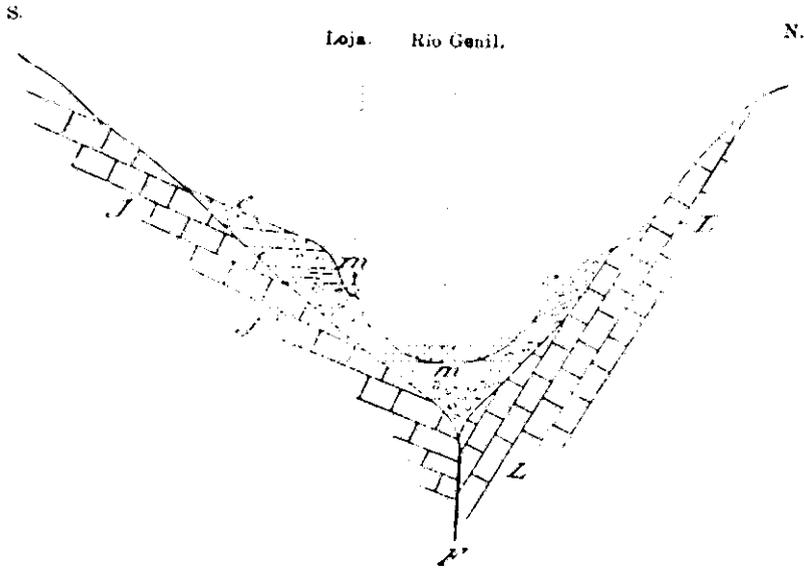
La ciudad de Loja está fundada en parte sobre calizas jurásicas y en parte sobre un depósito tortonés que continúa por poniente á lo largo de la carretera acabada de mencionar, en el que se hallan conglomerados con cantos de molasa helvética y bancos de margas sabulosas, grises y blancas, con frecuentes ejemplos de estratificación entrecruzada.

Sobre la orilla derecha del Genil, al norte del macizo liásico, se ve un pliegue tendido muy notable de dolomias triásicas, bien estratificadas, negras y con cristalitos de yeso (fig. 51), sobre las cuales se apoyan las capas helvéticas de El Pradón, poco dislocadas.

SIERRA PARAPANDA. —Á levante de Los Hachos, el camino de Loja á Montefrío atraviesa una fajita de margas irisadas con asomos ofíticos, que indudablemente se relacionan con los del pie de El Pra-

dón, siendo probable, pero no lo hemos comprobado, que esa faja, limitada al norte por pizarras rojas neocomienses con *Apt. Mortilleti*, acompañadas, cerca del cortijo de Antoñejo, de margas con amo-

Fig. 50.—Corte junto a Loja.



L.—Lias.

m.—Depósito guijarroso mioceno.

J.—Jurásico superior.

•—Derrubios.

F.—Falla.

uitas piritosas (*Amm. Grassi*, *Amm. semisulcatus*, *Belem. latus* y cubiertas por calizas con sílex y belemnitas, continúe sin interrupción hasta la falda de la sierra Parapanda, que corre por levante, limitada también por el norte por las mismas capas neocomienses, que ocupan sus depresiones. Esa línea de contacto sería la continuación de la falla que hemos supuesto forma el límite septentrional de la faja triásica, sino que aquí su contorno sinuoso se presta mejor á la hipótesis de una discordancia, corroborada, como hemos dicho, por la presencia de asomos triásicos y liásicos en medio del cretáceo.

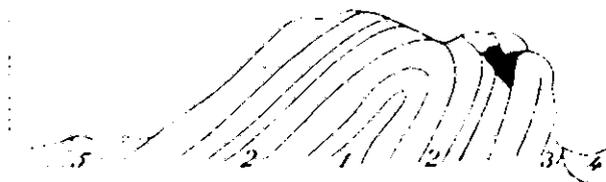
La sierra Parapanda muestra una estructura análoga á la de Los Hachos de Loja, es decir una pendiente general hacia el S., probablemente con pliegues secundarios, difíciles de apreciar con entera

seguridad: en ella se observa una alternación de calizas blancas compactas y de dolomías, y las calizas han ocasionado en la vertiente septentrional numerosos derrubios que nos han suministrado *Rhyuch. furcillata* y *Phyllocrinus*.

Fig. 51.—Corte al noroeste de Loja en las orillas del Genil.

O.
Río Genil.

E.



- | | |
|---------------------------------------|------------------------|
| 1.—Dolomía negra yesífera. | 3.—Margas endurecidas. |
| 2.—Calizas pardo-negruzcas espáticas. | 4.—Margas irisadas. |
| | 5.—Aluviones. |

La villa de Illora está fundada sobre el titónico brechoide que se extiende por lo menos hasta la carretera de Granada á Jaén, dando apoyo á margas blancas con amonitas neocomienses, que se muestran en un desfiladero, por encima del cual pasa la carretera, y á calizas cretáceas con sílex. En ese trecho, la otra vertiente de la sierra ofrece calizas dolomíticas blancas, bien estratificadas, semejantes á las del infralías, pero en espesor mucho mayor que en los demás asomos de esa edad; las cuales calizas descansan sobre margas verdes, probablemente triásicas, en cuyo contacto brotan numerosos é importantes manantiales, pero las labores agrícolas las ocultan casi en todas partes.

La carretera referida atraviesa la continuación del mismo macizo entre Zegri y Noalejo, observándose allí, marchando de N. á S., margas calizas del lias superior, apoyadas sobre calizas blancas, macizas en la base y bien estratificadas en la parte superior, que forman una colina bastante elevada, dirigida del SO. al NE., pasada la cual por un puerto en el que hay una caseta de peones camineros, se llega, sin duda á consecuencia de una falla (fig. 52), á las margas fosilíferas del lias (L de la figura), apoyadas más al sur contra calizas blancas que forman una meseta ondulada y están atravesadas por filones de

rocas ofíticas. Al norte de Noalejo otra cumbre caliza más elevada corre paralelamente á la primera.

Fig. 52.—Corte en la carretera de Granada á Jaén.

N.

Peones camineros.

S.



Esta gran faja liásica, al este de la cual el espesor del liás y la importancia de sus capas fosilíferas se desarrollan considerablemente, nos parece que es continuación de la triásica de Antequera. La porción de la misma comprendida entre Illora y Tíena, permite asegurar que en ese trocho no está limitada al sur por ninguna falla, sino que forma el flanco septentrional de un gran pliegue sinclinal, cubierto en su mayor parte por depósitos tortoneses, pero cuya existencia la demuestran suficientemente los asomos liónicos y, sobre todo, cretáceos que se elevan al norte del ferrocarril, entre las estaciones de Illora y de Pinos Puente. Ese sinclinal debe corresponderse en su conjunto con los de la sierra de Las Cabras.

SIERRAS SEPTENTRIONALES (COMARCA DE MONTEFRÍO).

Al norte de la comarca precedentemente descrita, cubre el cretáceo grandes espacios formando una serie de colinas más pronunciadas que las del triás, aunque no tanto como las jurásicas, y cubiertas de una vegetación raquítica. Puede ser que un estudio más detallado que el nuestro modifique el aspecto del mapa que acompaña, aumentando, principalmente hacia el oeste, el número de isleos jurásicos y aun triásicos que señalamos; pero mientras tanto, nos ceñiremos á reseñar brevemente los que nosotros hemos examinado, á saber:

1.º *Asomo de margas yesíferas en el camino de Loja á Montefrío.*—En este camino, el asomo dicho ocupa poca extensión; pero es probable que sea mayor la que cubra en el fondo del valle, cuya ver-

tiante meridional sigue aquél, y aun debiera investigarse si se relaciona por ese lado con los grandes depósitos de la faja triásica principal. La superposición del cretáceo á esas margas yesíferas, no nos ha acusado ningún fenómeno particular debido á fallas ó denudaciones.

2.º *Serrejón de Hachuelo*.—Se alza al sur de Montefrío en medio del cretáceo, á la manera como lo hacen los del sudoeste entre el numulítico, y está constituido por calizas grises con sílex, bien estratificadas, en las que abundan belemnitas, artejos de pentacrinos y amonitas del grupo de los *Arietites* en mal estado de conservación (*Amm. cf. Kridion*).

3.º *Sierra Pelada*.—Forma al este de Montefrío un relieve calizo prolongado del E. al O. La colección de M. de Verneuil contiene amonitas liásicas y titónicas procedentes de esta localidad.

4.º *Asomo ofítico en el camino de Priego*.—Este depósito, ya descrito más atrás, puede asimilarse á los precedentes, si se supone que las margas neocomienses que lo envuelven se depositaron sobre la ofita, y no que esta roca los atravesó. En todo caso, allí no se ofrece ninguna señal de metamorfismo de contacto.

En fin, el cretáceo penetra más ó menos entre los cerros de la sierra Tiñosa, lo mismo que ocurre en la Parapanda; y al otro lado de esta sierra jurásica, en la faja triásica de Priego, diversos depósitos neocomienses descansan directamente sobre margas irisadas.

Rechazada en el sur y sudoeste la hipótesis de una discordancia real, sólo bajo muchas reservas la aceptamos para esta comarca septentrional, y esto porque, mientras nuevas observaciones no aclaren el problema, no encontramos otra explicación posible. Como el jurásico, del que por todas partes se encuentran manchas, se depositó con completa seguridad en toda la cuenca de Montefrío, sería preciso admitir una enérgica denudación anterior al cretáceo; pero mientras los estudios de detalle no precisen la extensión y los límites de esa denudación, que no parece concuerdan con los demás rasgos de la historia geológica de la región, únicamente podemos señalar los hechos observados y las dificultades que para explicarlos se ofrecen.

Mientras tanto, no está de más el recordar que una dificultad análoga se presenta en los Pirineos franceses, sin que hasta ahora se haya explicado satisfactoriamente. Allí se admite por todos (1), desde

(1) Véase principalmente una nota de M. Jacquot en las *Compt. rend. de l'Acad. des Sciences*, 1886.

hace largo tiempo, la presencia del trias del tipo septentrional; pero una parte de los asomos de margas abigarradas yesíferas de la región Subpirenáica se han considerado por muchos como un simple efecto de metamorfosis producidas por erupciones ofíticas. Esta opinión, que va desechándose por la generalidad de los geólogos, no resuelve el problema siguiente:

En el límite de los terrenos paleozóicos se presenta el trias cubierto *en perfecta concordancia* por el jurásico, donde quiera que la base de los terrenos secundarios no haya desaparecido á consecuencia de fallas.

Al norte de esa zona se extiende otra muy amplia de terrenos cretáceos muy plegados, y sobre las dos descansa en concordancia el eoceno, que forma otra faja que limita la cordillera por el norte; la cual faja eocena se oculta á trechos por bajo de depósitos miocenos en discordancia estratigráfica con ella.

En medio de esas zonas cretácea y numulítica, aparece una serie de asomos aislados, y de extensión muy reducida, de margas irisadas, casi siempre acompañadas de ofitas, la cual serie sigue con bastante regularidad la dirección misma de la cordillera. Esos asomos surgen entre el cretáceo y el numulítico; pero no se conoce ninguno en contacto con otros terrenos, así como todos ellos están constituidos por ofitas y margas irisadas, sin que entre los mismos aparezca alguno que corresponda á otra formación. Ciertamente que sería muy arbitrario suponer una serie de fallitas circulares rodeando esos isleos, y aun esto dejaría sin explicar la uniformidad de su composición; la hipótesis de penetración mecánica, admitida para los *Klippen* de los Carpatos, no puede menos de desecharse para capas margosas, y, por lo tanto, no hay más remedio que suponer que efectivamente esos isleos son de verdadero trias, y que, lo mismo que acaece en Andalucía, en los límites de la cordillera ocurre una discordancia que no existe en las porciones centrales; no siendo esos repetidos asomos sino testigos de los relieves que el trias formaba en el fondo de los mares cretáceo y numulítico, y que se han conservado gracias á la resistencia de las rocas ofíticas.

Hay todavía que agregar que esta explicación es aún más satisfactoria para la cordillera Pirenáica que para la Bética, porque en la primera el jurásico, el cretáceo y el numulítico forman fajas en escalones decrecientes, que hacen suponer brazos de mar poco extensos, progresivamente relegados hacia el norte; es decir, en otros tér-

minos, que el jurásico no se halla, hacia ese rumbo, más allá de la región en que desde luego podía admitirse que no se depositó, mientras que en Andalucía, donde el jurásico existe en Cabra y Jaén, ya no se verifica así, siendo preciso recurrir además á denudaciones para explicar aquellos hechos.

CUENCA DE GRANADA.

Hemos dado más arriba, al describir los depósitos miocenos, una idea de la estructura de esta gran depresión, abierta en el límite de las cordilleras antiguas y de las subbéticas, y llena en parte por aquellos depósitos; no habiendo para qué insistir en este lugar sobre la discordancia estratigráfica que se observa entre el mioceno superior, que constituye el relleno de nuestra cuenca, y el mioceno medio, del que se conservan diversas manchas en los bordes de ella (Alhama, Escúzar, cortijo Ropicado, parte alta del valle del Genil).

En el mioceno superior hemos señalado tres divisiones principales, de composición muy diferente: la primera, marina por lo menos en gran parte, se compone de una acumulación de cantos rodados verificada en los periodos tortonés y sarmático; la segunda está formada de hiladas yesosas de carácter salobre, que corresponde á la edad de las capas con congerias, y, en fin, constituyen la tercera calizas francamente lacustres.

La primera de esas divisiones dibuja una faja que envuelve la porción septentrional y oriental de la cuenca, y en ella sus bancos, casi siempre muy ondulados, se apoyan, bastante levantados, contra los flancos de la sierra Nevada, mientras que, por el contrario, los del norte buzan ordinariamente hacia la zona que limita las sierras calizas, tomando la apariencia de una línea de falla. Los cantos que forman ese depósito en los alrededores de la sierra Nevada proceden de terrenos antiguos; pero á medida que se consideran puntos más distantes de esa sierra, aparecen en general más rodados, más pequeños y casi todos jurásicos ó cretáceos, al mismo tiempo que se interpone entre ellos un limo rojo muy característico; circunstancias que sirvieron á von Drasche para distinguir las *Blockformation* y *Guadixformation*, que, sin embargo, desde el punto de vista de su edad son absolutamente equivalentes.

Muy buenos ejemplos de la *Blockformation* se encuentran en la carretera de Granada á Motril y también en los valles del Genil y de

Aguas Blancas; así como puede estudiarse la *Gualixformation* entre Pinos Puente y la inmediata sierra jurásica, en la carretera que va á Alcalá la Real (Jaén), y asimismo junto al camino nuevo de Guevéjar. Aquí el limo alcanza gran espesor y da asiento en una colina á hileras gruesas de toba caliza, de la que se desprenden grandes cantos sobre las laderas de la misma, las cuales, deslizándose en masa á causa de los terremotos, determinaron, como en Guaro, grietas y quiebras importantes.

La formación yesosa constituye, al sudoeste de los depósitos de que acabamos de hablar, otro de figura semi-elíptica, muy ancha por su lado oriental y que va estrechando hacia el occidental, donde el espesor decrece también rápidamente. La estratificación de sus capas, muy irregular en el extremo de levante, va, por el contrario, normalizándose hacia Loja y Alhama por el del oeste. En otro lugar hemos trazado el corte que señala la sucesión de las capas miocenas entre Alhama y Arenas del Rey; el que dió el Sr. Gonzalo y Tarín de Gabia la Grande á Escúzar, pasando por las inmediaciones de La Malá, es también muy interesante.

Al dejar la vega de Granada en Gabia la Grande, se encuentra desde luego una serie de bancos ondulados de conglomerados con intercalaciones de tobas y de margas sabulosas, la cual se interna por bajo de la formación yesosa, constituida por margas azules, con frecuencia sabulosas, que contienen laminillas de yeso; laminillas que á la inmediación de La Malá aumentan de número y de espesor, invadiendo casi toda la masa de las margas, que ahí, muy plegadas y atravesadas por fallas, se levantan hasta cerca de la vertical. En La Malá brota un manantial termal que alimenta un establecimiento balneario.

Detrás de éste se eleva una colinita de pizarras micáceas y calizas cristalinas, que por su color se distingue fácilmente de las inmediatas. Entre estas pizarras y calizas existe una brecha formada por derrubios de ambas rocas, y á la inmediación existen también cárnio-las. Dicha colina es, pues, un isleo constituido probablemente de cambriano y de trias, análogo al que hemos mencionado á la entrada de la cuenquecita de Albuñuelas.

Desde La Malá hasta Escúzar se marcha sobre capas yesíferas mesinenses; el yeso va aumentando más y más; junto á Escúzar llega á formar bancos gruesos de aspecto semejante al del alabastro, y al sur de ese lugar las capas se levantan y se ve perfectamente, como ya

lo hemos dicho, que por debajo de ellas aparece con bastante desarrollo la molasa helvética, que se explota en canteras.

Las ondulaciones de las capas yesosas son mucho menos pronunciadas al oeste de la cuenca, donde pasan por debajo de una gran meseta de calizas lacustres que se extiende entre Salar y Alhama, cuya disposición puede observarse perfectamente subiendo a la sierra de Las Cabras, al sudeste de Loja. Desde allí se divisa, en efecto, por el lado de Salar una serie de colinas terminadas en grandes cornisamientos calizos que descienden uniformemente hacia el valle del Genil, por bajo de los cuales, en las laderas de las mismas colinas y en los barraucos, se muestran calizas margosas y margas con yeso. Finalmente, á causa de un ligero levantamiento hacia el borde de la cuenca, los conglomerados tortoneses aparecen en diversos puntos, principalmente cerca de Loja y al oeste de Alhama.

Por último, á consecuencia de la caída de las capas hacia el límite septentrional de la cuenca, las yesosas reaparecen en Alfácar (véase más atrás) sobrepuestas también á conglomerados tortoneses.

En resumen, el conjunto del sistema, con pliegues bastante pronunciados en la porción oriental de la cuenca de Granada, en la que las hiladas más antiguas son las que muestran mayor desarrollo, presenta una ligera inclinación hacia el O., por donde sin duda se retiraron las aguas marinas y penetraron las del lago que precedió á la emersión definitiva del suelo: ahí es, por lo menos, donde se han conservado calizas lacustres formando una gran meseta ligeramente inclinada. En los bordes occidental y oriental de la misma cuenca, las capas aparecen más ó menos levantadas, y lo mismo sucede junto al relieve de Agrón, donde, siempre que hemos podido observar el contacto, las hiladas miocenas aparecen apoyadas contra las calizas antiguas. Buzan, por el contrario, hacia el borde septentrional, que acaso represente una línea de falla, y al sur se nota un hecho análogo cerca de Játar.

CAPÍTULO VI.

HISTORIA GEOLÓGICA DE LA REGIÓN.

Estudiadas las diversas hiladas que se encuentran en el territorio que hemos explorado, y ya que hemos ensayado dar una idea del modo como se reparten y ordenan en relación con los principales relieves orográficos, réstanos examinar las deducciones que se despren-

den de ese estudio referentes á la historia de la cordillera Bética y sus dependencias.

La región andaluza, con la cual es preciso relacionar la del litoral de África, se halla comprendida entre dos grandes mesetas, de extensión muy desigual, pero de formación muy antigua: la central de España por el norte, y la del continente africano por el sur. Posible es que esos dos macizos estuvieran unidos aun después del levantamiento ocurrido en el período hullero, que imprimió á sus capas su dirección definitiva, pues ello es que hasta el fin de la época primaria no parece que ocurrió el gran hundimiento, que todavía se señala en la falla del Guadalquivir, y que abrió entre aquellos macizos libre comunicación á las aguas del mar ⁽¹⁾; es decir que la Andalucía fué, á partir de esa época, el canal de unión del Mediterráneo secundario con los mares del oeste, á la manera que hoy lo es el estrecho de Gibraltar.

En esa depresión, donde no dejaron de acumularse depósitos marinos hasta el fin del período coceno, no cesaron de ejercer su acción los esfuerzos de compresión lateral que, determinando diversas plegaduras, acusaban progresivamente los rasgos principales de la cordillera Bética y del Atlas. Las mesetas antiguas, por el contrario, sufrieron en masa esas presiones, transmitiéndolas sin experimentar nuevas plegaduras, y así es que los raros depósitos transgresivos secundarios y terciarios que en ellas han dejado vestigios no muestran sino capas horizontales. De igual modo, y á consecuencia de las mismas acciones, se formaron los Pirineos entre la meseta central de España y la de Francia.

Durante el período triásico, la actual cordillera Bética estaba cubierta por las aguas, según lo demuestran las diversas manchas de esa edad que sobre ella se conservan; pero la dirección de la misma se bosquejaba ya en el límite de los depósitos de aspecto pelágico y de los de carácter continental; y como en el período jurásico son también líneas próximamente paralelas las que marcan la zona en que se desarrolló el lias fosilífero y la del adelgazamiento de las hiladas en la comarca del litoral actual, debe deducirse que diversas fajas de profundidad y naturaleza diferentes acusaban entonces el lugar que

(1) Según D. Salvador Calderón y Arana (*Ensayo orogénico sobre la meseta central de España: An. Soc. Esp. de Hist. nat.*, tomo XIV, 4885), una serie de fallas señala los límites de la meseta central de España, que ha permanecido emergida desde los tiempos más remotos.

había de ocupar aquella futura cordillera. Por otra parte, la gran analogía de esos depósitos con los de la misma edad de Sicilia é Italia, demuestra que esos primeros rasgos de la cordillera Bética deben aplicarse también á la de los Apeninos.

Hasta el fin del período jurásico no se hallan indicios, y aun no del todo seguros, de emersiones locales: la brecha con que termina el titónico; los fragmentos de calizas blancas empotradas en las margas neocomienses, y, sobre todo, el modo transgresivo con que el cretáceo del norte de la región se apoya directamente sobre margas irisadas triásicas, son indicios cuyo valor hemos procurado discutir y que deben aquilatarse en lo sucesivo. En todo caso, hay que tomar en cuenta que las pizarras neocomienses del cayo del Morral, cerca de Málaga, presentan caracteres idénticos á las de la zona septentrional, lo que hace muy verosímil una emersión del conjunto del eje de la cordillera.

Pero esas dudas ya no existen por lo que respecta al terreno eoceno. La discordancia perfecta que separa las capas numulíticas de las secundarias, prueba de un modo evidente que aquí, lo mismo que en los Alpes occidentales, antes de depositarse las eocenas, las otras, al mismo tiempo que se acentuaban sus pliegues, emergían en diversos parajes, en los que hoy pueden seguirse las playas del mar eoceno, al paso que en otros sufrían grandes denudaciones; y todavía, tomando en consideración la naturaleza de los depósitos numulíticos en una y otra vertiente de la cordillera, puede irse más lejos y deducir que ya el eje de ésta formaba una arista de separación entre las dos cuencas marinas. Nada hay, en efecto, en la vertiente meridional que recuerde las pizarras grises y rojas, las margas endurecidas con fucoides y las pudingas litorales de la vertiente del norte, y las calizas con numulitas y alveolinas de la costa, dotadas de estructura compacta y oolítica, son también muy diferentes de las sabulosas de la zona Subbética. No es fácil apreciar cuáles hayan sido los efectos de las denudaciones posteriores; mas, sin embargo, puede afirmarse que el mar eoceno asomaba en golfos irregulares en una región ya quebrada, en la que las rocas cristalinas, y aun las calizas jurásicas, formaban numerosos promontorios é islas que trazaban una faja continua desde la sierra Nevada á la serranía de Ronda.

Los empujes laterales continuaron durante y después del período eoceno, y de ahí el hecho muy notable de que la discordancia refe-

rida entre la estratificación de las capas secundarias y terciarias se sostenga hasta en la dirección de sus respectivos pliegues. Las hileras numulíticas se hallan tan dislocadas como las jurásicas; pero es difícil seguir en sus pliegues una dirección general, determinando la ley á que obedezcan; irregularidad que sin duda se debe á las diferencias de resistencia en las capas ya emergidas y endurecidas. Las fallas que en el suelo se observan son anteriores á ese segundo movimiento, y en parte de su recorrido las ocultan los depósitos numulíticos, á los que no afectan.

Las discordancias entre el numulítico y el cretáceo presentan en Andalucía un carácter muy diferente de los que al mismo nivel se han señalado en los Alpes. Sabido es, en efecto, que en Saboya, según M. Lory, y en el valle del Inn, según M. Guembel, se presentan capas numulíticas apoyadas sobre crestas de terrenos secundarios; pero los puntos en que se observa esa disposición se hallan bastante al interior de aquellas montañas, mientras que en las zonas exteriores aquellos mismos terrenos se muestran en estratificación concordante. En esos casos el hecho tiene una explicación satisfactoria ⁽¹⁾ por una transgresión del mar numulítico sobre una zona progresivamente levantada, sin necesidad de recurrir á una actividad particular en los movimientos del suelo; pero en Andalucía, donde parece, según los mapas anteriormente publicados, que la referida discordancia se sigue hasta los últimos confines de las cordilleras Subbéticas, ya no sucede así, sino que es preciso suponer en ese período una fase de acentuación especial de los relieves; de modo que ahí se ofrecería un ejemplo notable de una cordillera que en cierto modo sería el resultado de dos modelos sucesivos: en esa fase las acciones dinámicas habrían respetado los rasgos principales de los relieves preexistentes, aunque imprimiendo al conjunto de las capas posteriores una disposición muy diferente.

Como quiera que sea, puede decirse que tanto en la cordillera Bética como en la de los Pirineos cesaron los fenómenos de levantamiento al terminar el período eoceno, comenzando entonces los de hundimiento por asiento de los depósitos, los cuales, sin hablar de las denudaciones, difíciles de apreciar, adquirieron en la comarca una importancia muy grande.

Desde luego la región estuvo emergida durante el período oligoce-

(1) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 3.^o serie, tomo XV.

no, y la posición especial de Andalucía permite relacionar con ese hecho la gran extensión en que entonces se formaron depósitos lacustres en toda Europa. Después, al comenzar el período helvético, una nueva oscilación abrió en el valle del Guadalquivir ancho acceso á las aguas marinas, sin perjuicio de que la ausencia de depósitos correspondientes á lo largo de la costa permita afirmar que la *comunicación actual no existía todavía*. M. Suess ha puesto en claro la estructura muy simétrica de las dos costas española y africana, debiéndose deducir que las dos verdaderas vertientes de la cordillera serian entonces las cordilleras Subbéticas por una parte, y por la otra las pendientes del Atlas, entre las cuales dos porciones se hallaría la cumbre del gran anticlinal formado por la región plegada; sin que el hundimiento de ese eje central, ocurrido á la manera del de una clave de bóveda insuficientemente sostenida, se verificase hasta el comienzo del período plioceno.

En seguida emergieron los depósitos helvéticos del valle del Guadalquivir; produjéronse enérgicas denudaciones; se abrieron profundos valles; se deprimieron porciones del suelo más ó menos extensas; el mar tortonés invadió la cuenca de Granada y una parte, por lo menos, del antiguo lecho del mar helvético, á la vez que grandes acumulaciones de cantos llenaban las depresiones referidas; el retroceso y la evaporación de esas aguas marinas dejó potentes depósitos de margas yesosas y yeso, y, finalmente, reunidas aguas dulces al pie de las sierras de Loja, se precipitaron en su fondo las calizas lacustres que constituyen las últimas hiladas miocenas de la región.

Á partir de ese momento, el valle del Guadalquivir se halla emergido; el mar plioceno no penetró en él, y un nuevo descenso, acaso preparado ó iniciado desde mucho tiempo antes, abrió el estrecho de Gibraltar. Pero los empujes laterales no cesaron con anterioridad á ese período, puesto que no de otra manera pueden explicarse las repetidas ondulaciones, á veces bastante bruscas, que muestran las capas miocenas; mientras que se concibe que la pendiente más ó menos acusada que hacia la costa ofrecen las pliocenas, se deba á simples deslizamientos ó hundimientos locales.

En otro lugar ⁽¹⁾ hemos dicho que la sucesión de los movimientos del suelo en la cuenca terciaria de Granada difiere de la de otras regiones, y especialmente de la de la cuenca del Ródano, tan perfecta-

(1) *Compt. rend. de l'Acad. des Sc.*, Julio de 1885.

mente explicados en los trabajos de Fontannes. Aquí nos limitamos á reproducir el resumen de esa comparación:

RETROCESO DEL MAR HELVETICO.

Cuenca del Ródano.

- 1.—Margas con lignito y depósitos lacustres. Pudinga de Valensole con *Planorbis Mantelli*.
- 2.—Depósitos continentales (Cucuron). Apertura del valle.
3. } Invasión del mar. Capas con congerias.
 } Depósitos marinos de Saint-Ariés.

Cuenca de Granada.

- 4.—Emersión; apertura de valles. Invasión del mar; conglomerados y depósitos marinos tortoneses.
 Conglomerados y depósitos marinos sarmáticos.
2. } Depósitos salobres; yeso mesinense.
 } Depósitos lacustres..
- 3.—Emersión definitiva.

Dedúcese también, del escaso desarrollo que en la región presentan los aluviones de los valles y de la ausencia de terreros sobre sus laderas, que la elevación progresiva del suelo sobre el nivel del mar, después de la última emersión, ha debido verificarse sin oscilaciones importantes.

Resulta de todo que un conocimiento más completo de la región meridional de España presentaría un gran interés aun desde el punto de vista de la geología general, porque los movimientos á que ha estado sometida han debido ejercer una influencia especial en la historia de los mares mediterráneos, cuya comunicación con los occidentales aquella cerró siempre más ó menos completamente, y porque desde el punto de vista orogénico las relaciones íntimas que existen entre la cordillera Bética y la de los Apeninos la refieren, según ha demostrado M. Suess, al conjunto del gran sistema alpino.

Para acabar, trazamos en el cuadro que sigue los principales rasgos de la historia comparada de las zonas Subbética, Bética, litoral y otras comarcas de fuera de España.

Correspondencia entre los fenómenos geológicos de diversas comarcas.

PERIODOS.	ZONA SUBBÉTICA.	ZONA BÉTICA.	ZONA LITORAL.	ERUPCIONES.	DIVERSAS COMARCAS.
CUATERNARIO.	Formación de brechas, tobas y travertinos <i>Acciones atmosféricas.</i> Aluviones antiguos de las cuencas de Zafarraya y del Repicado.	Formación de brechas y tobas a expensas de las calizas. Desagregación de las pizarras.	Formación de brechas, etc. Levantamientos progresivos y descensos locales.		Brechas de los Alpes marítimos.
PLIOCENO.	Emergencia.	Emergencia.	Inmersión. Formación de las arcillas de Los Tejares y arenas de El Palo.		Invasión del valle del Rodano por el mar plioceno.
MIOCENO	superior.	3. Emergencia definitiva (calizas lacustres). 2. Retroceso progresivo del mar (yesos). 1. Apertura de valles (conglomerados) e invasión del mar.			Últimos levantamientos de los Alpes.
	medio.	Deposito de molasa marítima.	Emergencia.	Emergencia.	
	inferior.	Plegaduras y dislocaciones.			Últimos levantamientos de los Pirineos.
EOCENO.	II. Depósito de las hilitadas numulíticas (islotas jurascretáceas). Denudación en las sierras. I. Dislocaciones.	Emergencia del eje de la cordillera.	II. Formación de las hilitadas numulíticas. I. Dislocaciones.		Klippen de los Alpes occidentales (Lory). Plegaduras en los Alpes occidentales.
CRETACEO.	Deposito de los sedimentos neocomens. Denudación en el tipo brechas de Cabra, etc.	Depositos pulos o hilitados por las denudaciones.	Depositos muy reducidos.		Galizas brechoides de Alzy, Chomerac, Bajos Alpes, etc.
JURASICO.	Depositos de margas y calizas.				Obitas de los Pirineos; eufotidas de los Alpes.
TRIÁSICO Y PERMIANO.	Depositos de margas, calizas y areniscas. Mar más profundo al sudeste.	Depositos de pizarras, calizas y dolomitas.	Formación de depósitos litales areniscas, etc.	Obitas.	Plegaduras del Hautaut, etc.
ANTIPERMIANO.		Denudaciones. Plegaduras de los terrenos antiguos.	Denudaciones. Plegaduras de los terrenos antiguos.		

MAPA GEOLÓGICO

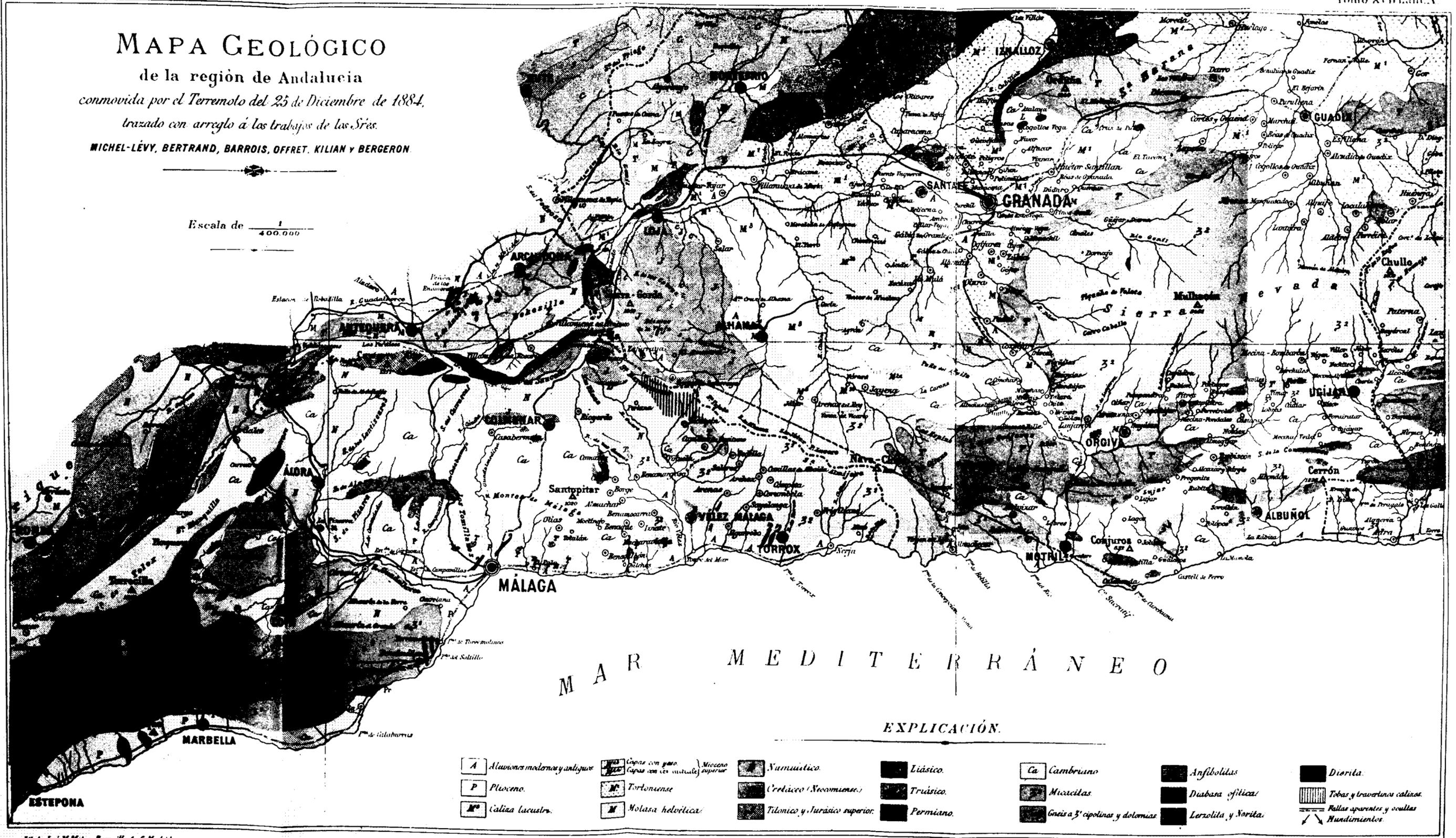
de la región de Andalucía

conmovida por el Terremoto del 25 de Diciembre de 1884.

trazado con arreglo á los trabajos de los S^{res}.

MICHEL-LÉVY, BERTRAND, BARROIS, OFFRET, KILIAN y BERGERON.

Escala de $\frac{1}{400.000}$



MAR MEDITERRÁNEO

EXPLICACIÓN.

A Aluviones modernos y antiguos	Capas con yeso (Capas con los estratos superiores)	Nummulítico	Liásico	Ca Cambriano	Anfibolitas	Diorita
P Plioceno.	Tortonense	Cretácico (Neocomiense)	Triásico	Murcitas	Diabasa ofítica	Tobs y travertinos calizas
M^o Cálizas lacustr.	Molasa helécica	Tiliónico y Jurásico superior	Permiano	Gneis a 3' cipolinas y dolomías	Lenzolita y Norita	Fallas aparentes y ocultas
						Humedamientos

Ed. de José M. Meléndez, Barquillo, 4 y 6, Madrid.

Nota: El Mapa geográfico que en sus publicaciones emplea la Comisión del geológico de España, no concuerda con los de que se han servido los geólogos franceses, resultando por consiguiente, algunas diferencias en la forma de las manchas.

Bosquejo de un
MAPA GEOLOGICO
DE SIERRA ELVIRA

primaria y secundaria

50000

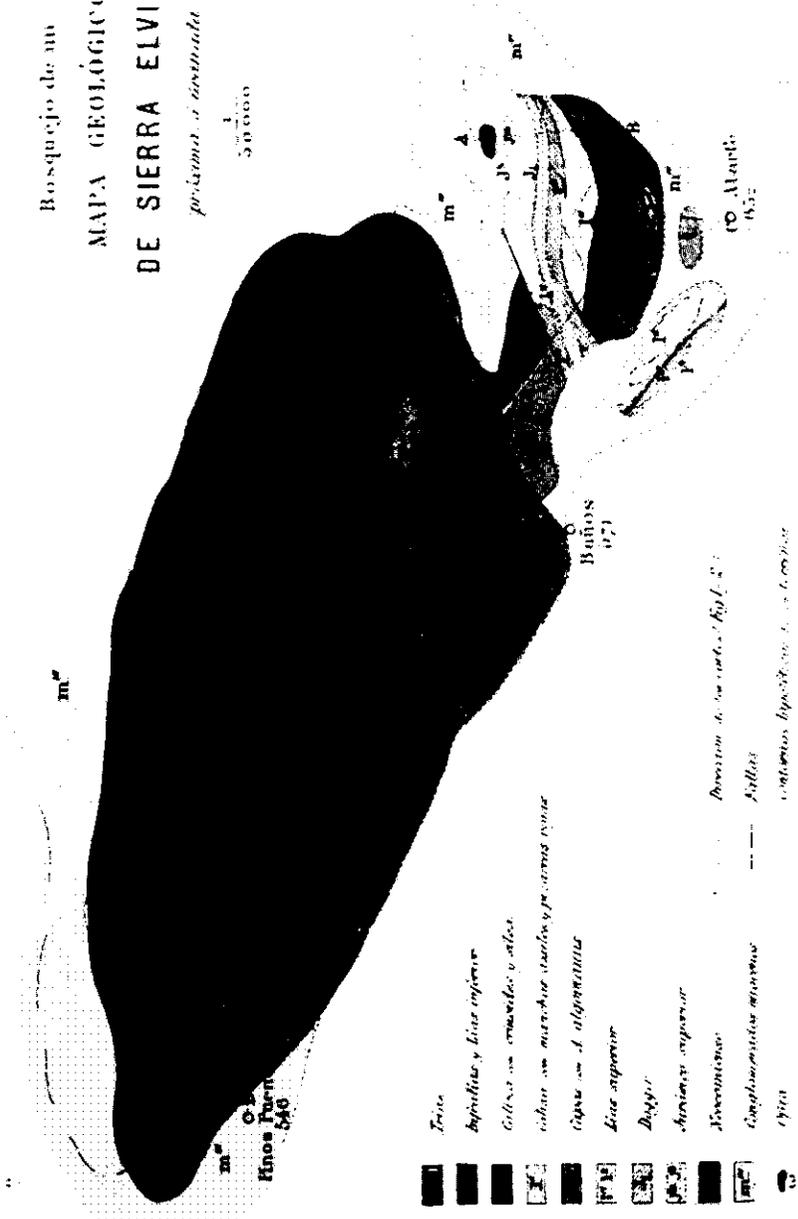


Fig. 1. Corte por la parte oriental de la sierra Elvira, al norte de Alarcón.
copias A B del mapa

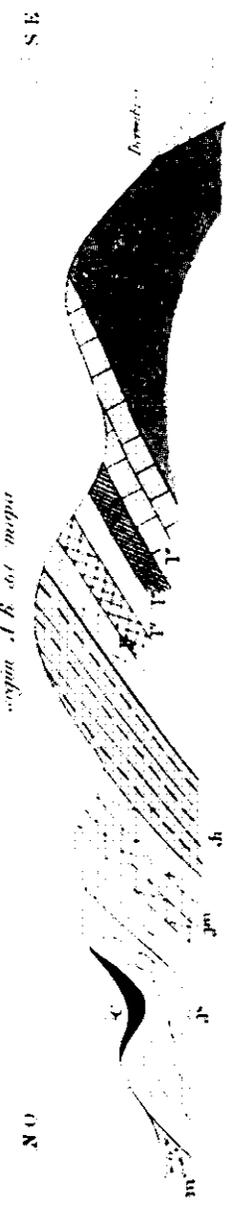


Fig. 2. Corte en la sierra Elvira desde Alarcón a Finos Fuertes.
copias B C del mapa

