

I/100

MEMORIAS
DEL
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MEMORIAS
DEL
INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

EXPLICACIÓN
DEL
NUEVO MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA
EN
ESCALA 1:1.000.000

TOMO I

ROCAS HIPOGÉNICAS, por *D. E. RUBIO* y *D. J. MESEGUER*
TERRENO ARCAICO, por *D. ALFONSO DE ALVARADO*
EL SISTEMA CAMBRIANO, por *D. P. H. SAMPELAYO*

CON UN PRÓLOGO

DEL

EXCMO. SR. D. LUIS DE LA PEÑA
DIRECTOR DEL INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MADRID
GRÁFICAS REUNIDAS, S. A.
HERMOSILLA, 108

1935

PERSONAL DEL INSTITUTO GEOLÓGICO
Y MINERO DE ESPAÑA

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

ES PROPIEDAD
Queda hecho el depósito
que marca la Ley.
Reservados todos los derechos,
incluso el de traducción a lenguas extranjeras.

<i>Director</i>	Excmo. Sr. D. Luis de la Peña.
<i>Vocales</i>	Sr. D. Manuel Sancho Gala.
—	Sr. D. Manuel Ruiz Falcó.
—	Sr. D. Agustín Marín.
—	Sr. D. Augusto de Gálvez-Cañero.
—	Sr. D. Alfonso del Valle de Lersundi.
<i>Vocal Secretario</i>	Sr. D. Javier Bordiu Prat.
<i>Vocales</i>	Sr. D. Primitivo Hernández Sampelayo.
—	Sr. D. Luis Jordana.
—	Sr. D. José de Gorostizaga.
—	Sr. D. José García Siñeriz.
—	Sr. D. Enrique Dupuy de Lôme.
—	Sr. D. Juan Gavala.
—	Sr. D. Diego Templado Martínez.
—	Sr. D. Alfonso de Alvarado.
—	Sr. D. Joaquín Mendizábal.
<i>Vocal Vicesecretario</i>	Sr. D. Miguel Moya Gastón.
<i>Vocales</i>	Sr. D. Javier Miláns del Bosch.
—	Sr. D. Enrique Rubio.
—	Sr. D. Manuel de Cincúnegui.
—	Sr. D. Agustín de Larragán.
—	Sr. D. José Meseguer Pardo.
—	Sr. D. Carlos Orti Serrano.
—	Sr. D. Manuel Pastor Mendivil.
—	Sr. D. José Cantos Saiz de Carlos.
—	Sr. D. Luis Antonio de Larrauri Mercadillo.

PROFESORES DE LA ESCUELA ESPECIAL DE INGENIEROS DE MINAS
AFECTOS A ESTE INSTITUTO

<i>Profesor de Geología</i>	Excmo. Sr. D. Pedro de Novo y Chicarro.
— <i>de Paleontología</i>	Sr. D. Ricardo Madariaga Rojo.
— <i>de Mineralogía</i>	Sr. D. Antonio Baselga Recarte.
— <i>de Química analítica</i>	Sr. D. Laureano Menéndez Puget.
— <i>de Geofísica</i>	Sr. D. Wenceslao Castillo Gómez.
— <i>de Topografía</i>	Sr. D. Miguel Langreo Contreras.

PRÓLOGO

De los distintos servicios encomendados al Instituto Geológico y Minero de España, tanto en el Decreto de su creación, como en las sucesivas disposiciones que han ido modificando y ampliando sus funciones y cometidos, ninguno me ha parecido tan esencial, desde que tomé posesión del cargo de Director del mismo, como la formación, rectificación y corrección constante de la carta geológica del suelo nacional.

Es, en efecto, la finalidad culminante del Centro, cuya labor tengo el honor de dirigir y encauzar, el continuar de una manera asidua y constante, la gloriosa historia que los sabios y meritísimos Ingenieros de Minas que precedieron al personal técnico que hoy lo constituye, escribieron con su extraordinario esfuerzo y notoria competencia.

Nació la afición a los estudios relacionados con la ciencia geológica en nuestro país en el primer tercio del siglo XIX, como consecuencia del nombramiento de pensionados para asistir en Freyberg a las lecciones explicadas por el gran Werner, a raíz de la organización de la profesión de Ingeniero de Minas y de su enseñanza técnica, establecida en el Decreto básico de 1825.

El viaje a Alemania de D. Joaquín Ezquerro del Bayo, de D. Rafael Amar de la Torre, de D. Felipe Bauzá y de los Ingenieros Sáinz de Baranda, Borja Tarrius y Sales García, inicia a su regreso, hacia 1830, la aparición de los primeros

estudios relacionados con la constitución del suelo nacional, destacando la fecunda labor de Ezquerro del Bayo, por la cantidad y calidad de los trabajos por él publicados, ninguno tan notable como su *Ensayo de una descripción general de la estructura geológica del terreno de España*, publicado por la Academia de Ciencias.

De la misma época, casi exactamente, son las primeras monografías de los dos ilustres geólogos D. Guillermo Schulz y D. Casiano de Prado, cuya labor no puede recordarse sin profundo respeto y emoción. Más tarde, al comenzar la segunda mitad del pasado siglo, el gran D. Guillermo Schulz, a la sazón Presidente de la *Comisión encargada de formar el mapa geológico de la provincia de Madrid y el General del Reino*, continuó brillantemente este género de investigaciones, fijando la situación y extensión de las rocas hipogénicas de la Sierra de Guadarrama, extendiendo sus observaciones a las provincias de Castilla y al estudio de los terrenos sedimentarios, primer ensayo de una carta geológica nacional, que aunque carecía de elementos bastantes para ser publicada entonces, constituyó una sólida base de los sucesivos estudios e investigaciones.

De sus esfuerzos y de las penalidades sufridas para lograr este resultado meritísimo, aunque sujeto a la limitación modesta que imponían los medios de que aquella Comisión pudo disponer, dió cuenta Schulz a la Superioridad en una notable Memoria, publicada en 1855, a la que se acompaña un Mapa geológico titulado «Bosquejo de la provincia de Segovia, trazado por la Sección puesta a cargo de D. Casiano de Prado, Vocal de la Comisión nombrado al efecto», y dibujado dos años antes. Pertenece este estudio a la fecunda época de trabajos científicos de este ilustre geólogo, en la que, habiendo adquirido un extenso caudal de conocimientos, dejó en sus obras huella profunda de su saber, sin desdeñar aquellas que

redactó en su juventud, como consecuencia de los servicios que prestó al Estado en Almadén y Galicia, contemporáneas de otras de Schulz, no menos dignas de recuerdo, como su *Descripción geognóstica del Reino de Galicia* (1834).

Colaboraban en aquellos tiempos ya lejanos, en los trabajos de estos dos geólogos igualmente ilustres, otros ingenieros y hombres de ciencia que, como D. Amalio Maestre, D. Juan Vilanova y Piera, D. Juan Manuel Aranzazu, D. Agustín Martínez Alcibar y D. Felipe Martín Donayre, dieron con su esfuerzo un avance considerable a los estudios geológicos relacionados con la constitución de nuestro suelo.

Atrajo España, también por entonces, la atención de algunos geólogos extranjeros, especialmente franceses, que publicaron importantísimos estudios relativos a nuestro país. De esta generación de sabios, de la que formaban parte hombres eminentes, como Barrande, Lorière, Collomb, Vezian, sobresale la figura de De Verneuil, con sus notabilísimas publicaciones, que han servido de luminosa guía para posteriores investigaciones del personal de la antigua Comisión y del Instituto que la sucedió en sus funciones.

En la organización oficial de estos estudios se crearon sucesivamente diversas entidades, como la *Junta General de Estadística* y la *Comisión Permanente de Geología Industrial*, a las que se encomendó la redacción de monografías referentes a un determinado fin. Así se redactaron los primeros bosquejos y descripciones geológicas de algunas provincias y otros interesantes trabajos descriptivos de nuestras cuencas carboníferas, antes del año 1870, en el que se creó la *Comisión del Mapa Geológico*, formada por Ingenieros del Cuerpo de Minas que, constituida en mayo de aquel año, bajo la dirección del Inspector General D. Felipe Bauzá, fué la base de la obra extraordinaria, por su mérito y extensión, posteriormente realizada. Por Decreto de 28 de marzo de 1873, se modificó el

régimen de la Comisión, con el fin de utilizar la colaboración de los Ingenieros de los Distritos para abreviar y adelantar la formación del Mapa Geológico general de España, aprovechando cuantos estudios se habían realizado hasta entonces. La *Junta Superior Facultativa de Minería* tenía a su cargo la alta inspección de estos trabajos, y con tales elementos pudieron publicarse los primeros mapas detallados de la constitución del suelo español, recogiendo los datos y las observaciones de nuestros geólogos y los aportados por otros extranjeros.

Muchos años antes, sin embargo, se habían trazado ya algunos interesantes bosquejos. El primero lo formó, en Alemania, en 1850, D. Joaquín Ezquerro del Bayo, con el título de *Bosquejo General de España*, y tres años después se editó en Leipzig, por el profesor alemán Moritz Wilcomm, un *Mapa geológico botánico* de nuestra Península. Más tarde, en 1864, don Amalio Maestre publicó su *Bosquejo general geológico de España*, editado por la *Junta general de España*, y en el mismo año los Sres. De Verneuil y Collomb dieron a conocer su *Carte géologique de l'Espagne et du Portugal*, de la que se hizo una nueva edición en 1868. Desde aquella época han sido numerosas y cada vez más perfectas, las cartas geológicas publicadas por la antigua *Comisión del Mapa* y por el *Instituto Geológico*, no siendo preciso detallarlas, ni recordar su descripción. En la Exposición Nacional de Minería, celebrada en Madrid en 1883, la Comisión presentó el original del bosquejo general, en la escala de 1 : 400.000, que resumió todos los trabajos efectuados hasta la fecha, el cual se publicó seis años más tarde, dividido en 16 y 48 hojas para facilidad de su manejo. Corresponde a esta tirada la magna y admirable *Explicación del Mapa Geológico de España*, que redactó el ilustre Ingeniero de Minas D. Lucas Mallada y que bastaría por sí sola para acreditar su profundo saber, su extraordinario mérito y su dominio de la ciencia geológica.

Esta tirada del Mapa, que puede considerarse como la más importante de la época a que se refieren los trabajos de la antigua y prestigiosa Comisión, se ha ido corrigiendo, a medida de que, por haberse agotado las hojas que la forman, se han ido editando de nuevo, utilizando para ello los constantes estudios del personal técnico del actual Instituto. Pero al mismo tiempo, en el deseo de perfeccionar la labor colectiva del Centro, cuya Dirección me fué encomendada en 1926 y de dar a conocer sus adelantos y progresos, creí, desde el comienzo de mi gestión, conveniente y aun necesario, acometer el estudio detalladísimo del suelo español, que representa la publicación de un mapa, en escala de 1 : 50.000, dividido en hojas, tomando como base las confeccionadas por el Instituto Geográfico y Catastral.

Se ha dado también a la estampa un Mapa Geológico Mine-ro de España, en una sola hoja, con escala 1 : 1.500.000, en el que se indican, con signos diversos, los yacimientos de distintas sustancias minerales existentes en el país.

Además me ha parecido también muy útil publicar una edición nueva y cuidadosamente corregida del Mapa general, en una escala que permita una apreciación de conjunto, habiendo elegido, siguiendo normas internacionales, la de 1 : 1.000.000 como la más adecuada para este objeto, habiéndose ya circulado y agotado rápidamente la primera tirada, por lo cual se está preparando una segunda.

Entiendo que estas nuevas ediciones deben acompañarse de una Memoria explicativa que facilite su comprensión. De acuerdo con este criterio, a cada hoja publicada del Mapa, en escala 1 : 50.000, se ha unido una Memoria en la que los Ingenieros que la han redactado exponen las consideraciones que estiman procedentes para que la persona que necesite utilizarlas pueda fácilmente darse cuenta de todos los elementos que intervienen en la constitución geológica de la comarca.

Con el mismo criterio se publican las páginas que siguen a continuación, que constituyen el tomo I de la *Explicación del Nuevo Mapa Geológico de España*, en escala de 1 : 1.000.000. Comprende este volumen un estudio referente a *Rocas Hipogénicas*, del que son autores los Ingenieros D. Enrique Rubio y D. José Meseguer; sigue la descripción del *Terreno arcaico español*, original de D. Alfonso de Alvarado, y se termina el volumen con un tercer trabajo, de D. Primitivo Hernández Sampelayo, en el que se da una idea perfecta y completa del *Sistema Cambriano*.

Los autores de estas monografías han tenido absoluta libertad para escoger el criterio que ha presidido su redacción, en cuanto se refiere a la exposición y crítica de los numerosos estudios publicados con posterioridad a la obra de Mallada, teniendo, en unos casos, por finalidad, el analizar las variaciones que el mapa contiene, y en otros, el completo examen de la constitución de un terreno determinado.

Seguirán a este volumen otros, que están en preparación, y que harán referencia a otras formaciones de la serie geológica española; y el conjunto del presente y de los que más tarde se publiquen, constituirá una explicación completa del citado Mapa, que resumirá, al día, el estado actual de los conocimientos sobre la geología patria.

El Director que firma estas líneas se complace en reconocer, una vez más, el esfuerzo realizado por el personal a sus órdenes.

EXPLICACIÓN
DEL
NUEVO MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA
EN
ESCALA 1 A 1.000.000

ROCAS HIPOGÉNICAS

POR

ENRIQUE RUBIO Y JOSÉ MESEGUER

INGENIEROS DE MINAS

ROCAS HIPOGÉNICAS

POR

ENRIQUE RUBIO y JOSÉ MESEGUER

INGENIEROS DE MINAS

I. BIBLIOGRAFÍA DE LAS ROCAS HIPOGÉNICAS

1. — 1775. — BOWLES (WILLIAMS): *Introducción a la Historia Natural y a la Geografía Física de España.*
2. — 1799. — HERRGEN (CRISTIAN): «Esparraguina de Jumilla en Murcia.» *An. Hist. Nat.*, tomo I.
3. — 1802. — HERRGEN (CRISTIAN): *Descripción de las rocas que componen la parte sólida del globo terrestre, con observaciones hechas en la Península.*—Madrid.
4. — 1808. — LABORDE: *Itinéraire descriptif de l'Espagne.*—París.
5. — 1808. — MACLURE (M. W.): «Sobre los volcanes de Olot en Cataluña.» *Journ. Phys.*, tomo LXVI.
6. — 1817. — COLMAR (BARTOLOMÉ): *Descripción geográfica y geognóstica del reino de Murcia.*—Discurso.
7. — 1820. — BOLÓS (FRANCISCO): «Noticia de los extinguidos volcanes de la villa de Olot, de la naturaleza, de sus productos y de sus aplicaciones » *Mem. Agr. y Art. de Barcelona.*
8. — 1823. — CHARPENTIER (J.): *Essai sur la constitution géognostique des Pyrénées.*—París.
9. — 1823. — PALASSOU (ABBÉ): *Nouveaux mémoires pour servir à l'histoire naturelle des Pyrénées.*

10. — 1828. — DE BELLY: «Notice sur les volcans éteints des environs d'Olot en Catalogne.» *Ann. Min.*, tomo IV.
11. — 1829. — HAUSMANN (J. F. L.): *De Hispaniæ constitutione geognostica disertatio.* Gott.
12. — 1830. — HAUSMANN (J. F. L.): «Sur la constitution géologique de l'Espagne.» *Ann. Min.*, 2.^a serie, tomo VII.
13. — 1831. — SMYTH: «On the Columbretes volcanic rocks near the coast of Valencia.» *Journ. Roy. Geogr. Soc. London*, tomo I.
14. — 1832. — DUFRENOY: «Mémoire sur la relation des ophites, des gypses et des sources salées des Pyrénées, et sur l'époque de leur apparition.» *Bull. Soc. Géol. de France*, tomo II.
15. — 1833. — LYELL (C.): *Principles of Geology. Volcanoes of Catalonia*, tomo III.
16. — 1834. — LEPLAY: «Itinéraire d'un voyage en Espagne.» *Ann. Min.*, 3.^a serie, tomo V.
17. — 1834. — LEPLAY: *Observations sur l'histoire naturelle et la richesse minérale de l'Espagne.* — Paris.
18. — 1834. — LEPLAY: «Observations sur l'Extremadure et le nord de l'Andalousie et Essai d'une carte géologique de cette contrée.» *Ann. Min.*, 3.^a serie, tomo VI.
19. — 1834. — SCHULZ (GUILLERMO): «Descripción geognóstica del reino de Galicia.» *Bull. Soc. Géol.*, 1.^a serie, tomo VI.
20. — 1836. — SILVERTOP (C.): *A geological sketch of the tertiary formation in the provinces of Granada and Murcia.* London.
21. — 1838. — EZQUERRA (JOAQUÍN): «Estudios geognósticos.» *An. Min.*
22. — 1839. — MAESTRE (AMALIO): «Nota sobre las formaciones basálticas de la Mancha.» *Neu Jahr.*
23. — 1840. — LAMBERT: «On the Sierra Almagrera and Sierra de Gádor.» *Proceed.*, tomo III.
24. — 1841. — BOLÓS (FRANCISCO): *Noticia de los extinguidos volcanes de la villa de Olot y de sus inmediaciones hasta Amer y de los nuevamente descubiertos y no publicados, todos en la provincia de Gerona.* — Barcelona.
25. — 1841. — PELLICO (RAMÓN) y MAESTRE (AMALIO): «Apuntes geognósticos sobre la parte oriental de la provincia de Almería.» *Ann. Min.*, tomo II.
26. — 1843. — SAUVAGE: «Observations sur la province de Murcie et sur les minerais argentifères qu'on y exploite.» *Ann. Min.*, 4.^a serie, tomo IV.

27. — 1843. — VILAFRANCA (CONDE DE): «Observaciones geológicas sobre el país vasco-español.» *Arch. Min. Karsten*, tomo XVII.
28. — 1844. — CABALLERO (FERMÍN): *Manual geográfico administrativo de la Monarquía española.* — Madrid.
29. — 1844. — MAESTRE (AMALIO): «Observaciones sobre los terrenos volcánicos de la Península.» *Bol. Of. Min.* — Madrid.
30. — 1845. — MAESTRE (AMALIO): «Descripción geognóstica del distrito de Aragón y Cataluña.» *An. Min.*, tomo III.
31. — 1845. — AMAR DE LA TORRE (RAFAEL): «Apuntes geognósticos y mineros relativos a una parte de las provincias de Granada y Almería.» *Bol. Of. Min.*
32. — 1845. — TOSCHI: *Descripción geognóstica y mineral del distrito de Cataluña y Aragón.*
33. — 1846. — MAESTRE (AMALIO): «Ojeada geognóstica y minera sobre el litoral mediterráneo, desde el Cabo de Palos hasta el Estrecho de Gibraltar.» *An. Min.*, tomo IV.
34. — 1846. — PAILLETTE (A.): «Recherches sur quelques unes des roches qui constituent la province de Asturias (Espagne).» *Bull. Soc. Géol. France*, 2.^a serie, tomo IV.
35. — 1846. — PRADO (CASIANO): *Minas de Almadén. Su constitución geológica.* — Madrid.
36. — 1848. — COLLETTE (D. C.): *Reconocimiento geológico del señorío de Vizcaya.*
37. — 1850. — EZQUERRA DEL BAYO (JOAQUÍN): «Ensayo de una descripción general de la estructura geológica del terreno de España en la Península.» *Mem. Acad. Cienc. Madrid*, tomo I.
38. — 1850. — LUJÁN (FRANCISCO): «Observaciones geológicas sobre las provincias de Badajoz, Sevilla, Toledo y Ciudad Real.» *Mem. Acad. Cienc. Madrid*, tomo I.
39. — 1850. — NARANJO (FELIPE): «Reconocimiento geológico de la Cuenca del Guadiana.» *Rev. Min.*, tomo I.
40. — 1850. — PRADO (CASIANO): «Criaderos de cinabrio de Bayarque y Tijola en la provincia de Almería.» *Rev. Min.*, tomo I.
41. — 1850. — YEGROS (S.) y SÁNCHEZ (E.): «Observaciones geognósticomineras sobre los terrenos de las inmediaciones de Espiel y Bélmez.» *Rev. Min.*, tomo I.
42. — 1851. — ALDANA (LUCAS): «Apuntes geognósticos sobre el Valle de Arán.» *Rev. Min.*, tomo II.

43. — 1851. — ALVAREZ DE LINERA (ANTONIO): «Sierra de Gádor.» *Rev. Min.*, tomo II.
44. — 1851. — ALVAREZ DE LINERA (ANTONIO): «Descripción del criadero de níquel de Carratraca.» *Rev. Min.*, tomo II.
45. — 1851. — ALVAREZ DE LINERA (ANTONIO): «Reseña geognóstica y minera de la provincia de Málaga.» *Rev. Min.*, tomo II.
46. — 1851. — JUSUÉ (PÍO): «Minas de plomo de Falset.» *Rev. Min.*, tomo II.
47. — 1851. — PEÑUELAS (LINO): «Sobre pozos artesianos en la provincia de Murcia.» *Rev. Min.*, tomo II.
48. — 1851. — PRADO (CASIANO): «Minas de Río Tinto.» *Rev. Min.*, tomo II.
49. — 1851. — RODRÍGUEZ (SANTIAGO): «Descripción geológica del antiguo corregimiento de Albarracín en la provincia de Teruel.» *Rev. Min.*, tomo II.
50. — 1851. — RODRÍGUEZ (SANTIAGO): «Descripción de la mina «Eugenia», término de Bellmunt.» *Rev. Min.*, tomo II.
51. — 1852. — BOUVY (PABLO): «Reseña geognóstica de la isla de Mallorca y descripción de la situación y explotación de la hulla del terreno secundario de esta isla.» *Rev. Min.*, tomo III.
52. — 1852. — FERNÁNDEZ (EUGENIO): «Apuntes sobre las minas de Fuente de Cantos, provincia de Badajoz.» *Rev. Min.*, tomo III.
53. — 1852. — GONZÁLEZ LASALA (JOSÉ): «Minería de Cartagena.» *Rev. Min.*, tomo III.
54. — 1852. — PELLICO (RAMÓN): «Extracto de una Memoria geológica sobre el distrito minero de Sierra Almagrera y Murcia.» *Rev. Min.*, tomo III.
55. — 1852. — PRATT (S. P.): «On the geology of Catalonia.» *Quart. Journ.*, tomo VIII.
56. — 1852. — VERNEUIL (E.) et COLLOMB (E.): «Coup d'œil sur la constitution géologique de quelques provinces de l'Espagne.» *Bull. Soc. Géol. France*, tomo X.
57. — 1853. — ALVAREZ DE LINERA (ANTONIO): *Observaciones al Mapa de Willkomm.* — Leipzig.
58. — 1853. — PEÑUELAS (LINO): «Observaciones sobre el estudio de la industria minera en la provincia de Murcia.» *Rev. Min.*, tomo IV.
59. — 1853. — VERNEUIL (E.): «Sur la structure géologique de l'Espagne.» *Ann. Inst. Prov. Caen.*
60. — 1853. — WILLKOMM (HEINRICH MORITZ): *Die strand und steppen-gebiete der Iberischen Halbinsel und deren vegetation.* — Leipzig.

61. — 1854. — BOTELLA (FEDERICO): «Ojeada sobre la geología del reino de Valencia.» *Rev. Min.*, tomo V.
62. — 1854. — PRADO (CASIANO): «Nota sobre la constitución geológica de la provincia de Segovia.» *Bull. Soc. Géol. France y Rev. Min.*, tomo V.
63. — 1856. — FOURNET (J.): «Reseña sobre los filones de la Sierra de Cartagena y sus alteraciones en la superficie, comprendiendo la formación de la alunita.» *Comp. Rend. Acad. Sc. Paris.*
64. — 1856. — PÉREZ MORENO (ANDRÉS): «Noticia de los criaderos de manganeso de la Sierra de Gata, con algunas observaciones sobre el estado y porvenir comercial de este artículo considerado industrialmente.» *Rev. Min.*, tomo VII.
65. — 1856. — PRADO (CASIANO): «Mémoire sur la géologie d'Almodovar, d'une partie de la Sierra Morena et des Montagnes de Toledo.» *Bull. Soc. Géol. France*, 2.^a serie, tomo XII.
66. — 1857. — INZA (JUAN): «Minas de plata de Sierra Madrona.» *Rev. Min.*, tomo VIII.
67. — 1857. — KITH (ROBERTO): «Cuenca carbonifera de Villanueva del Río.» *Rev. Min.*, tomo VIII.
68. — 1857. — URÚBURO (RICARDO): «Dos palabras sobre algunos criaderos de estaño de Galicia, comprendidos en la región de Montes, Avión y Beariz.» *Rev. Min.*, tomo VIII.
69. — 1860. — ANSTED (T.): «On the geology of Malaga and the southern part of Andalucía.» *Quart. Journ. Geol. Soc.*
70. — 1860. — CARLET (J.): *Tratado elemental de las rocas.*
71. — 1860. — PALUZIE Y CANTALUZELLA (F.): *Olot, su comarca, sus extinguidos volcanes, su historia civil, religiosa y local. Biografía de sus hijos más notables en letras, armas, &... — Barcelona.*
72. — 1861. — BAUZÁ (FELIPE): «Visita al distrito minero de Barcelona.» *Rev. Min.*, tomo XII.
73. — 1861. — SÁNCHEZ (EUSEBIO): «Noticias sobre la riqueza minera de Cataluña.» *Rev. Min.*, tomo XII.
74. — 1863. — SULLIVAN (W.) y O'REILLY (J.): *Geology and Mineralogy of the spanish provinces Santander and Madrid.* — Dublin.
75. — 1864. — PRADO (CASIANO): *Descripción física y geológica de la provincia de Madrid.* Junta Gen. Estad. — Madrid.
76. — 1868. — BOTELLA (FEDERICO): *Descripción geológico-minera de las provincias de Murcia y Albacete.*

77. — 1869. — STUART-MENTEATH (P. W.): «Notes sur une excursion géologique en Catalogne.» *Bull. Soc. Ramond*.
78. — 1872. — MACPHERSON (JOSÉ): *Bosquejo geológico de la provincia de Cádiz*.
79. — 1873. — AREITIO (ALFONSO): «Sobre los basaltos de Canarias, Cataluña y Cabo de Gata.» *Act. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo II.
80. — 1873. — AREITIO (ALFONSO): «Sobre la no existencia del vanadio y del titanio en varios basaltos.» *Act. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo II.
81. — 1873. — OLAVARRÍA (MARCIAL): «Datos geológico-mineros recogidos en la provincia de Santander.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo I.
82. — 1874. — BAUZÁ (FELIPE): «Breve reseña geológica de la provincia de Gerona.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo I.
83. — 1874. — GASCUE (FRANCISCO) e INGUNZA (ROMÁN): «Rocas de la provincia de Ciudad Real remitidas por el Sr. D. José Caminero.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo I.
84. — 1874. — MACPHERSON (JOSÉ): *Memoria sobre la estructura de la Serranía de Ronda*.— Cádiz.
85. — 1875. — CORTÁZAR (DANIEL): «Reseña física y geológica de la región N. de la provincia de Almería.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo II.
86. — 1875. — LANDERER (J. J.): *Introducción al estudio sobre el origen del granito y de las calizas*.—Barcelona.
87. — 1875. — MACPHERSON (JOSÉ): «Breves apuntes acerca del origen peridótico de la serpentina de la Serranía de Ronda.» *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo IV.
88. — 1875. — VIDAL (LUIS MARIANO): «Geología de la provincia de Lérida.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo II.
89. — 1876. — ASENSIO (JOSÉ): «Nota de canteras y pedreras de la provincia de Segovia.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo III.
90. — 1876. — BAUZÁ (FELIPE): «Breve reseña geológica de las provincias de Tarragona y Lérida.» *Memoria póstuma*. Tarragona. *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo III.
91. — 1876. — BOTELLA (FEDERICO): «Sobre una erupción diorítica del cerro Oriolé y otros de la sierra de Orihuela.» *Act. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo V.
92. — 1876. — CALDERÓN (SALVADOR): *Reseña de las rocas de la isla volcánica de Gran Canaria*.
93. — 1876. — CAMINERO (JOSÉ): «Formación hullera de Puertollano.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo III.

94. — 1876. — EGOZCUE (JUSTO) y MALLADA (LUCAS): «Memoria geológico-minera de la provincia de Cáceres.» *Mem. Com. Map. Geol. Esp.*
95. — 1876. — GIL Y MAESTRE (AMALIO): «Reseña geológica de las Provincias Vascongadas.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo III.
96. — 1876. — MACPHERSON (JOSÉ): «Sobre las rocas eruptivas de la provincia de Cádiz.» *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo V.
97. — 1876. — MADRID-DÁVILA (FRANCISCO): «Isla de Alborán. Datos físico-geológicos.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo III.
98. — 1876. — MASSART (ALFREDO): «Descripción de los criaderos metalíferos del distrito de Cartagena.» *Rev. Min*
99. — 1876. — PEÑA (ANICETO): «Reseña geológica de la provincia de Toledo.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo III.
100. — 1876. — QUIROGA (FRANCISCO): «Noticia de algunas rocas de Riaza (Segovia).» *Act. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo V.
101. — 1876. — QUIROGA (FRANCISCO): «Nota sobre una ofita de Játiba.» *Act. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo V.
102. — 1876. — QUIROGA (FRANCISCO): «Ofita de Pando.» *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo V.
103. — 1877. — CALDERÓN (SALVADOR) y QUIROGA (FRANCISCO): «Erupción ofítica del Ayuntamiento de Molledo.» *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo VI.
104. — 1877. — GOMBAU (ISIDRO): «Reseña físico-geológica de la provincia de Tarragona.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo IV.
105. — 1877. — MARTÍN DONAYRE (FELIPE): «Datos para una reseña física y geológica de la región Sudeste de la provincia de Almería.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo IV.
106. — 1877. — ORUETA y AGUIRRE (DOMINGO): «Bosquejo físico-geológico de la región septentrional de la provincia de Málaga.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo IV.
107. — 1878. — ADÁN DE YARZA (RAMÓN): «Roca eruptiva de Motrico.» *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo VII.
108. — 1878. — CALDERÓN (SALVADOR): «Ofita de Trasmiera (Santander).» *An. Soc. Esp. Hist. Nat.* tomo VII.
109. — 1878. — MALLADA (LUCAS): «Descripción física y geológica de la provincia de Huesca.» *Mem. Com. Map. Geol. Esp.*
110. — 1878. — MONREAL (LUIS NATALIO): «Apuntes físico-geológicos referentes a la zona central de la provincia de Almería.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo V.

111. — 1878. — MUÑOZ DE MADARIAGA (JUAN): *Lecciones de petrografía aplicada, explicadas en la Escuela Especial de Ingenieros de Montes.*
112. — 1878. — RAMÍREZ LASALA (MIGUEL): «Datos geológico-industriales de la provincia de Santander.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo V.
113. — 1879. — ADÁN DE YARZA (RAMÓN): «Examen microscópico de varias muestras de rocas eruptivas recogidas por D. Luis Mariano Vidal, en la Isla de Mallorca.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo VI.
114. — 1879. — CALDERÓN (SALVADOR): «La evolución en las rocas volcánicas en general, y en las de Canarias en particular.» *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo VIII.
115. — 1879. — GONZALO TARÍN (JOAQUÍN): «Reseña fisico-geológica de la provincia de Badajoz.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo VI.
116. — 1879. — MACPHERSON (JOSÉ): «Estudio geológico y petrográfico del Norte de la provincia de Sevilla.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo VI.
117. — 1879. — MACPHERSON (JOSÉ): «Descripción de algunas rocas que se encuentran en la Serranía de Ronda.» *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo VIII.
118. — 1879. — MARTÍN DONAYRE (FELIPE): «Descripción física y geológica de la provincia de Avila.» *Mem. Com. Map. Geol. Esp.*
119. — 1879. — PALACIOS (PEDRO): «Reseña física y geológica de la provincia de Guadalajara.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo VI.
120. — 1879. — QUIROGA (FRANCISCO): «Orthófidós sin cuarzo de Almadén.» *Act. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo VIII.
121. — 1879. — TEIXIDOR (JUAN): «Indicación de algunos terrenos volcánicos.» *Mem. Acad. Cienc. Barcelona*, 2.^a época, tomo I.
122. — 1880. — CALDERÓN (SALVADOR): «Nota sobre las clasificaciones metódicas de las rocas volcánicas de Canarias.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo VII.
123. — 1880. — CASTELL (CARLOS): «Descripción física, geognóstica y forestal de la provincia de Guadalajara.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo VII.
124. — 1880. — CORTÁZAR (DANIEL): «Reseña física y geológica de la provincia de Ciudad Real.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo VII.
125. — 1880. — GIL Y MAESTRE (AMALIO): «Descripción física, geológica y minera de la provincia de Salamanca.» *Mem. Com. Map. Geol. Esp.*
126. — 1880. — MACPHERSON (JOSÉ): «De las relaciones entre las rocas graníticas y porfíricas.» *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo IX.
127. — 1880. — QUIROGA (FRANCISCO): «Estudio micrográfico de algunos basaltos de Ciudad Real.» *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo IX.

128. — 1880. — VIDAL (LUIS MARIANO) y MOLINA (EUGENIO): «Reseña física y geológica de las islas de Ibiza y Formentera.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo VII.
129. — 1881. — BREÑOSA (R.): «Las Porfiritas y Microdioritas de San Ildefonso y sus contornos.» *An. Hist. Nat.*
130. — 1881. — GONZALO TARÍN (JOAQUÍN): «Reseña física y geológica de la provincia de Granada.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo VIII.
131. — 1881. — MACPHERSON (JOSÉ): «Apuntes petrográficos de Galicia.» *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo X.
132. — 1881. — MACPHERSON (JOSÉ): *Relación entre las formas orográficas y la constitución geológica de la Serranía de Ronda.*
133. — 1881. — MAURETA (JOSÉ) y THOS (SILVINO): «Descripción física, geológica y minera de la provincia de Barcelona.» *Mem. Com. Map. Geol. Esp.*
134. — 1881. — SZABÓ (J.): «Der Granat und der cordierit in den Trachyten Ungarns.» *Neues. Jahr. Stutt.*
135. — 1882. — ADÁN DE YARZA (RAMÓN): «Edad de las ofitas.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo IX.
136. — 1882. — BARROIS (CHARLES): *Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice.* — Lille.
137. — 1882. — BOTELLA (FEDERICO): «Reseña física y geológica de la región Suroeste de la provincia de Almería.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo IX.
138. — 1882. — CALDERÓN (SALVADOR): «Estudio petrográfico sobre las rocas volcánicas del Cabo de Gata e Isla de Alborán.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo IX.
139. — 1882. — CALDERÓN (SALVADOR): «Observaciones sobre la limburgita.» *Act. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XI.
140. — 1882. — CORTÁZAR (DANIEL) y PATO (MANUEL): «Descripción física, geológica y agrológica de la provincia de Valencia.» *Mem. Com. Map. Geol. Esp.*
141. — 1882. — GONZALO TARÍN (JOAQUÍN): «Edad geológica de las calizas metalíferas de la Sierra de Gádor en la provincia de Almería.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo IX.
142. — 1882. — MALLADA (LUCAS): «Reconocimiento geológico de la provincia de Navarra.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo IX.
143. — 1882. — SÁNCHEZ MASSÍA (JUAN): «Los basaltos del campo de Calatrava.» *Rev. Min.*, tomo XXXIII.

144. — 1882. — VIDAL (LUIS MARIANO): «Estudio geológico de la estación termal de Caldas de Malavella (Gerona).» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo IX.
145. — 1883. — CALDERÓN (SALVADOR): «Catálogo razonado de las rocas eruptivas de la provincia de Ciudad Real.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo X.
146. — 1883. — LAPPARENT (A. DE): *Traité de Géologie*.
147. — 1883. — PUIG Y LARRAZ (GABRIEL): «Descripción física y geológica de la provincia de Zamora.» *Mem. Com. Map. Geol. Esp.*
148. — 1883. — TEXIDOR (JUAN): «Noticias de fenómenos volcánicos en Cataluña desde los tiempos prehistóricos.» *Mem. Acad. Cienc. Barcelona*, 2.ª época, tomo I.
149. — 1884. — BREÑOSA (RAFAEL): «Porfiritas y microdioritas de San Ildefonso.» *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XIII.
150. — 1884. — CALDERÓN (SALVADOR): «Les roches cristallines massives de l'Espagne.» *Bull. Soc. Géol. France*, 3.ª serie, tomo XIII.
151. — 1884. — CALDERÓN (SALVADOR): «Rocas eruptivas de Almadén.» *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XIII.
152. — 1884. — DIEULAFAIT: «Étude sur les roches ophitiques des Pyrénées.» *Ann. Soc. Géol.*, tomo XVI.
153. — 1884. — EZQUERRA DEL BAYO (JOAQUÍN): «Basaltos.» *Semanar. Pintor. Esp.* — Madrid.
154. — 1884. — QUIROGA (FRANCISCO): «La limburgita de Nuévalos.» *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XIII.
155. — 1884. — ADÁN DE YARZA (RAMÓN): «Descripción física y geológica de la provincia de Guipúzcoa.» *Mem. Com. Map. Geol. Esp.*
156. — 1885. — ADÁN DE YARZA (RAMÓN): «Descripción física y geológica de la provincia de Alava.» *Mem. Com. Map. Geol. Esp.*
157. — 1885. — CALDERÓN (SALVADOR): «Las diabasitas de la provincia de Huelva.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo XII.
158. — 1885. — CORTÁZAR (DANIEL): «Bosquejo físico-geológico y minero de la provincia de Teruel.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo XII.
159. — 1885. — KILIAN (W.): «Posición de algunas rocas ofíticas en el Norte de la provincia de Granada.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo XII.
160. — 1885. — MICHEL-LÉVY y BERGERON: «Constitución geológica de la Serranía de Ronda.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo XII.
161. — 1885. — NOGUÉS (A. F.): «Sur les ophites des Pyrénées.» *Comp. Rend. Ac. Sc. Paris*, tomo LXI.

162. — 1885. — QUIROGA (FRANCISCO): «Noticias petrográficas.» *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XIV.
163. — 1885-88. — SUESS (EDUARDO): *Das Antlitz der Erde*. — Viena.
164. — 1885. — VICENT (P. ANTONIO): «Noticias litológicas de las islas Columbretas.» *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XIV.
165. — 1886. — ALMERA (JAIME): «Descripción de las rocas del valle de Nuria (Gerona).» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo XIII.
166. — 1886. — BARROIS (CH.) y OFFRET (A.): «Petrología de la Cordillera Bética.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo XIII.
167. — 1886. — CALDERÓN (SALVADOR) y PAÚL (MANUEL): «La moronita y los yacimientos diatomáceos de Morón.» *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XV.
168. — 1886-88. — GONZALO TARÍN (JOAQUÍN): «Descripción física, geológica y minera de la provincia de Huelva.» *Mem. Com. Map. Geol. Esp.*
169. — 1886. — MACPHERSON (JOSÉ): «Descripción petrológica de los materiales arcaicos de Galicia.» *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XV.
170. — 1886. — MICHEL-LÉVY y BERGERON: «Las rocas eruptivas y los depósitos estratificados de la Serranía de Ronda.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo XIII.
171. — 1886. — TARAMELLI (T.) y MERCALLI (G.): «I terremoti andalusi cominciati il 25 dicembre 1884.» *Real. Acad. Lincei. Roma*.
172. — 1886. — VIDAL (LUIS MARIANO): «Reseña geológica y minera de la provincia de Gerona.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo XIII.
173. — 1887. — CALDERÓN (SALVADOR): «La region epigénique de l'Andalousie.» *Bull. Soc. Géol. France*, 3.ª serie, tomo XVI.
174. — 1887. — MACPHERSON (JOSÉ): «Descripción petrográfica de los materiales arcaicos de Andalucía.» *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XVI.
175. — 1887. — NOLAN: «Notes sur le Trias de Minorque et Majorque.» *Bull. Soc. Géol. France*.
176. — 1887. — QUIROGA (FRANCISCO): «Ofita cuarcífera de las Peñas Negras (Alicante).» *Act. Sec. Esp. Hist. Nat.*, tomo XVI.
177. — 1887. — QUIROGA (FRANCISCO): «Noticias petrográficas.» *Act. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XVI.
178. — 1887. — VILANOVA (JUAN): «Las peñas negras de Finestrat (Alicante).» *Act. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XVI.
179. — 1888. — BEAUGEY: «Note sur une porphyrite augitique de la Selva de Sallent.» *Bull. Soc. Géol. France*, 3.ª serie, tomo XVII.
180. — 1888. — CALDERÓN (SALVADOR): «Eclogita del Pedroso.» *Act. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XVII.

181. — 1888. — CALDERÓN (SALVADOR): «Porfirita enstatítica del cerro de la Plata en la laguna de Fuente Piedra.» *Act. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XVII.
182. — 1888. — HERMITE (HENRI): «Estudios geológicos de las islas Baleares, Mallorca y Menorca.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo XV.
183. — 1888. — OSANN (ALFREDO): «Ueber den Cordierit führenden Andesit von Hoyazo (cabo de Gata).» *Zeitsch. d. deutsch. geol. Gesell.*, tomo XL.
184. — 1888. — PUIG (GABRIEL) y SÁNCHEZ (RAFAEL): «Datos para la geología de la provincia de Santander.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo XV.
185. — 1889. — CALDERÓN (SALVADOR): «Ofitas del cerro de la Plata y en la laguna de Fuente Piedra.» *Act. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XVIII.
186. — 1889. — MALLADA (LUCAS): «Reconocimiento geográfico y geológico de la provincia de Tarragona.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo XVI.
187. — 1889. — OSANN (ALFREDO): «Beiträge zur Kenntnis der Eruptivgesteine der cabo de Gata.» *Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesell.*
188. — 1890. — BARROIS (CHARLES) y OFFRED (ALBERT): «Estudio geológico del Sur de Andalucía, entre las Sierras Tejeda y Nevada.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo XVII.
189. — 1890. — CALDERÓN (SALVADOR): «La región epigénica de Andalucía y el origen de las ofitas.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo XVII.
190. — 1890. — CALDERÓN (SALVADOR) y RÍO (J.): «Epidiorita de Cazafla.» *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XIX.
191. — 1890. — CORTÁZAR (DANIEL): «Descripción geológica de la provincia de Segovia.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo XVII.
192. — 1890. — MICHEL-LÉVY y BERGERON: «Estudio geológico de la Serranía de Ronda.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo XVII.
193. — 1890. — PALACIOS (PEDRO): «Descripción física, geológica y agrológica de la provincia de Soria.» *Mem. Com. Map. Geol. Esp.*
194. — 1890. — QUIROGA (FRANCISCO): «Sienita de Canarias.» *Act. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XIX.
195. — 1890. — QUIROGA (FRANCISCO): «Sobre unas ofitas de Alicante recogidas por el Sr. Vilanova.» *Act. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XIX.
196. — 1890. — QUIROGA (FRANCISCO): «Ofita micácea del cerro de San Julián, en Segorbe (Castellón de la Plana).» *Act. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XIX.
197. — 1890. — STUART MENTEATH (P. W.): «Note sur douze coupes des Pyrénées Occidentales.» *Bull. Soc. Géol. France*, 3.^a serie, tomo XIX.
198. — 1890. — VILANOVA (JUAN): «Noticias sobre las ofitas de Alicante

- y sobre la colección paleontológica de los señores Siret.» *Act. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XIX.
199. — 1891. — BERTRAND y KILIAN (W.): «Etudio de los terrenos secundarios y terciarios de las provincias de Granada y Málaga.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo XVIII.
200. — 1891. — CALDERÓN (SALVADOR): «Los volcanes fangosos de Morón.» *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XX.
201. — 1891. — OSANN (ALFREDO): «Ueber den geologischen Bau des cabo de Gata.» *Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesell.*
202. — 1891. — QUIROGA (FRANCISCO): «Andesitas del Mar Menor y Cartagena.» *Act. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XX.
203. — 1892. — ADÁN DE YARZA (RAMÓN): «Descripción física y geológica de la provincia de Vizcaya.» *Mem. Com. Map. Geol. Esp.*
204. — 1892. — ADÁN DE YARZA (RAMÓN): «Rocas eruptivas de la provincia de Barcelona.» *Mem. Acad. Cienc. Art. Barcelona*, tomo II.
205. — 1892. — ALMERA (JAIME): «Rocas eruptivas de los alrededores de Barcelona.» *Crónic. Cientif.*, tomos XIV y XV.
206. — 1892. — FUCHS y DE LAUNAY: *Traité des gîtes minéraux et métallifères.*
207. — 1892. — MACPHERSON (JOSÉ): «Mouvements moléculaires dans les roches solides.» *Bull. Soc. Belg. Géol.*, tomo IV.
208. — 1892. — PALACIOS (PEDRO): «Reseña geológica de la región meridional de la provincia de Zaragoza.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo XIX.
209. — 1892. — PAU (CARLOS): «Localidades de las provincias de Castellón y Teruel, donde encontré la ofita.» *Act. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XXI.
210. — 1892. — PIE (JUAN): «Estudio sobre los criaderos de hierro y plomo de Levante de España.» *Rev. Min.*
211. — 1893. — ADÁN DE YARZA (RAMÓN): «Roca eruptiva de Fortuna (Murcia).» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo XX.
212. — 1893. — GUARDIOLA (RICARDO): «Un poco de geología aplicada.» *Rev. Min.*, tomo XLIV.
213. — 1893. — QUIROGA (FRANCISCO): «Sienita de San Blas, en el camino de Miraflores de la Sierra a Manzanares el Real (Madrid).» *Act. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XXII.
214. — 1894. — CALDERÓN (SALVADOR): «Notas mineralógicas.» *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XXIII.
215. — 1895. — ALSIUS (PEDRO): «Efectos del volcanismo en la provincia de Gerona.» *Rev. de Gerona*, tomo XIX.

216. — 1895. — ARCHIDUQUE LUIS SALVADOR: *Columbretes*.—Praga.
217. — 1895. — BOLOS y SADERRA (R.): *Itinerario de la villa de Olot y su comarca*.
218. — 1895. — MALLADA (LUCAS): «Explicación del Mapa geológico de España», tomo I: «Rocas hipogénicas y sistema estrato-cristalino.» *Mem. Com. Map. Geol. Esp.*
219. — 1895. — SAINT MALO: «Les volcans d'Olot.» *Rev. de Gerona*, tomo XIX.
220. — 1897. — CZYSKOWSKY (STEPHEN): *Les venues métallifères de l'Espagne*.—Paris.
221. — 1897. — BECKE (F.): «Gesteine der columbretes.» *Tscherm. Min. u. petr. Mitt. n. F.*, tomo XVI.
222. — 1897. — PALACIOS (PEDRO): «Ofitas de la provincia de Navarra.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo XXII.
223. — 1898. — ARCHIDUQUE LUIS SALVADOR: *Alborán*.—Praga.
224. — 1898. — STUART MENTEATH (P. W.): «Observations sur la région volcanique d'Olot.» *Bull. Soc. Géol. France*, tomo XXVI.
225. — 1898. — VIDAL (LUIS MARIANO): «Compte-rendu de l'excursion de Gerona a Olot et a San Juan de las Abadesas les 25, 26, 27 septembre 1878.» *Bull. Soc. Géol. France*, tomo XXVI.
226. — 1899. — CALDERÓN (SALVADOR): «Examen de algunas rocas cristalinas de la provincia de Córdoba, recogidas por D. Lucas Mallada.» *Act. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XXVIII.
227. — 1899. — VERA y CHILIER (F.): «Memoria sobre la formación de las rocas de la provincia de Cádiz.» *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XXVIII.
228. — 1900. — ADÁN DE YARZA (R.), ALMERA (J.), BARROIS (CH.), BERGERON (J.), BOFILL (A.), CALDERÓN (S.), DEPERET (C.), DOLLFUS (J. S.), STUART-MENTEATH (P. W.) y VIDAL (L. M.): «Excursiones verificadas durante la reunión de la Sociedad Geológica de Francia, en Barcelona, en septiembre y octubre de 1898.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo XXVII.
229. — 1900. — DE LAUNAY (L.): *Excursion à quelques gîtes minéraux et métallifères*. Congr. Geol. Int.
230. — 1901. — DE BUEN (ODÓN): «Nota acerca de la extensión y carácter de la región volcánica de Olot.» *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo I.
231. — 1902. — FONT y SAGUÉ (NORBERTO): «Rocas eruptivas del valle de Camprodón.» *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo II.
232. — 1903. — BARRAS (FRANCISCO): «Algunas observaciones sobre los granitos de Avila.» *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo III.

233. — 1903. — FONT y SAGUÉ (NORBERTO): «Origen geológico de los manantiales termo-minerales de Caldas de Malavella (provincia de Gerona).» *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo III.
234. — 1903. — JIMÉNEZ DE CISNEROS (DANIEL): «El yacimiento de Magnetita de Cehegín.» *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo III.
235. — 1904. — FERNÁNDEZ NAVARRO (LUCAS): «Sobre el reconocimiento del hierro metálico en los basaltos.» *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo IV.
236. — 1904. — GELABERT (J.): *Los volcanes extinguidos de la provincia de Gerona. San Feliú de Guixols*.
237. — 1904. — SAPPER (K.): «Die catalonischen Vulcane.» *Zeitschr. deutsch. geol. Gesell.*, tomo LVI.
238. — 1905. — ARAMBURU (P.): «Bombas volcánicas y puzolana de Olot.» *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo V.
239. — 1905. — CALDERÓN (SALVADOR): «Los volcanes de España. Ensayo de bosquejo sintético.» *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo V.
240. — 1905. — MACPHERSON (JOSÉ): «Observaciones sobre las rocas epidotíferas de Andalucía.» *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo V.
241. — 1905. — PILZ (RICHARD): «Die Bleiglanzlagerstätten von Mazarron in Spanien.» *Zeitsch. f. prakt. Geol.*, tomo XIII.
242. — 1906. — CALDERÓN (SALVADOR), CAZURRO (MANUEL) y FERNÁNDEZ (LUCAS): «Formaciones volcánicas de la provincia de Gerona.» *Mem. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo IV.
243. — 1906. — FERRANDO (PEDRO): «Rocas hipogénicas de la provincia de Zaragoza.» *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo VI.
244. — 1906. — JIMÉNEZ DE CISNEROS (DANIEL): «Excursión al triásico superior de Sierra Negra del término de Aspe (provincia de Alicante) y noticias acerca del mismo sistema en otros puntos del SE. de España.» *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo VI.
245. — 1906. — MACPHERSON (JOSÉ): «Sobre los gabarros del granito.» *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo VI.
246. — 1906. — OSANN (ALFREDO): «Ueber einige Alkaligesteine aus Spanien.» *Rosenb. Festschr.*
247. — 1906. — WETZIG (BRUNO): «Beiträge zur Kenntnis der Huelvaner Kieslagerstätten.» *Zeitschr. f. prakt. Geol.*, tomo XIV.
248. — 1907. — FERNÁNDEZ NAVARRO (LUCAS) y SABATER (GREGORIO): «Excursión al volcán de Cofrentes (Valencia).» *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo VII.
249. — 1907. — WASHINGTON (H. S.): «The titaniferous Basalts of the Western Mediterranean.» *Quart. Journ. Geol. Surv.*, tomo LXII.

250. — 1907. — TERMIER (PIERRE): «Le granite de la Haya ou des Trois Couronnes (Pays Basque).» *Bull. Soc. Géol. France.*, 4.^a serie, tomo VII.
251. — 1907. — VIDAL (LUIS MARIANO): «Nota sobre el supuesto granito eruptivo del Serrat Negre en las montañas de La Nou, provincia de Barcelona.» *Mem. Acad. Cienc. Art. Barcelona*, 3.^a época, tomo VI, núm. 18.
252. — 1908. — GELABERT (J.): *Guía ilustrada de Olot y sus valles.*
253. — 1908. — MAIER (W.): «Die Kontatzzone des Monte Tibidabo bei Barcelona.» *Berichte d. Natur. Ges. z. Freib. i. Br.*, tomo XVII.
254. — 1909. — FERNÁNDEZ NAVARRO (LUCAS): «Una inclusión del gneis en el granito.» *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo IX.
255. — 1910. — BRUN (LUCIEN): «Estudio geológico de la zona cuprífera de Santomera en la provincia de Murcia.» *Rev. Min.*, tomo LXI.
256. — 1910. — FERNÁNDEZ NAVARRO (LUCAS): «Noticias petrográficas.» *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo X.
257. — 1911. — PILZ (RICHARD): «Criaderos de galena de Mazarrón.» *Ingeniería*, año VII.
258. — 1912. — HERNÁNDEZ-PACHECO (EDUARDO): «Itinerario geológico de Toledo a Urda.» *Trab. Mus. Cienc. Nat.*, núm. 1.
259. — 1912. — JIMÉNEZ DE CISNEROS (DANIEL): «De Orihuela a Murcia.» *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XII.
260. — 1912. — LAPPARENT (JACQUES): «Sur les roches eruptives basiques associées au granite de la Haya (Pays Basque).» *Comp. Rend. Acad. Sc. Paris*, tomo CLV.
261. — 1912. — MALLADA (LUCAS) y DUPUY DE LÔME (ENRIQUE): «Reseña geológica de la provincia de Toledo.» *Bol. Inst. Geol. Esp.*, tomo XXXIII.
262. — 1913. — BRAVO VILLASANTE (FERNANDO): «Criaderos de hierro de la provincia de Murcia. La Unión, Cartagena, Morata y Ramonete.» *Mem. Ins. Geol. Esp.*
263. — 1913. — BRAVO VILLASANTE (FERNANDO) y FERNÁNDEZ (ALFONSO): «Criaderos de hierro de la provincia de Murcia. Fuente Alamo y Pacheco.» *Mem. Inst. Geol. Esp.*
264. — 1913. — KOENIGSBERGER (J.): «Notiz über kristallinen Schiefer in Spanien.» *Centr. f. Miner.*, núm. 20. — Stuttgart.
265. — 1913. — DE LAUNAY (L.): *Traité de Métallogénie.*
266. — 1913. — REVILLA (JOSÉ): *Apuntes para una guía geológico-industrial de España al alcance de todos.* — Madrid.
267. — 1913. — RUBIO Y MUÑOZ (CÉSAR): «Criaderos de hierro de la provincia de Murcia. Sierra de Enmedio y Cehégín.» *Mem. Inst. Geol. Esp.*

268. — 1914. — CHEVALIER (MARCEL): «Note préliminaire sur la géologie de la Catalogne orientale.» *Bull. Soc. Géol. France.*, 4.^a serie, tomo XIV.
269. — 1914. — GROTH (J.): «Sur la bordure meridionale de la Meseta Ibérique.» *Comp. Rend. Ac. Sc. Paris*, tomo CLVIII.
270. — 1915. — ALMERA (JAIME): «Algo sobre las rocas eruptivas del NE. de Barcelona.» *Mem. Acad. Cienc. Art. de Barcelona*, 3.^a época, tomo XI.
271. — 1915. — NOVO Y CHICARRO (PEDRO): «Reseña geológica de la provincia de Alicante.» *Bol. Inst. Geol. Esp.*, tomo XXXVI.
272. — 1915. — ORUETA Y DUARTE (DOMINGO): *Resultado práctico del estudio petrográfico de la Serranía de Ronda.* Conf. en el Inst. Ing. Civ. — Madrid.
273. — 1916. — FERNÁNDEZ NAVARRO (LUCAS): «Sur la découverte d'un pointement basaltique dans la Sierra de Guadarrama (Espagne).» *Comp. Rend. Ac. Sc. Paris*, tomo CLXII.
274. — 1916. — GÓMEZ DE LLARENA (J.): «Bosquejo geográfico-geológico de los montes de Toledo.» *Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat., Ser. Geol.*, núm. 15.
275. — 1916. — PALACIOS (PEDRO): «Un afloramiento de basalto en el terreno cretáceo de Navarra.» *Bol. Inst. Geol. Esp.*, tomo XXXVII.
276. — 1916. — SAN MIGUEL DE LA CÁMARA (MAXIMINO): *Origen y formación de los magmas eruptivos.* Disc. Acad. Cienc. Art. Barcelona.
277. — 1916. — SAN MIGUEL DE LA CÁMARA (MAXIMINO): «Rocas de la garganta del Ter entre el Pasteral y Susqueda.» *Mem. Acad. Cienc. Art. Barcelona*, 3.^a época, tomo XIII, núm. 4.
278. — 1917. — CARBONELL (ANTONIO): «Pegmatitas en la provincia de Córdoba.» *Rev. Min.*, tomo LXVIII.
279. — 1917. — ORUETA y DUARTE (DOMINGO): «Estudio geológico y petrográfico de la Serranía de Ronda.» *Mem. Inst. Geol. Esp.*
280. — 1917. — SAN MIGUEL DE LA CÁMARA (MAXIMINO): «Estudio petrográfico sobre algunas rocas de San Andrés de Llavaneras (Barcelona).» *Arx. Inst. Cienc.*, año V.
281. — 1917. — SAN MIGUEL DE LA CÁMARA (MAXIMINO): «Estudios sobre las rocas de la garganta del Ter.» *Arx. Inst. Cienc.*, año IV.
282. — 1917. — SAN MIGUEL DE LA CÁMARA (MAXIMINO): «Der Vulkanismus in Spanien.» *Deutsche Zeitung für Spanien*, tomo II.
283. — 1918. — MARÍN (AGUSTÍN) y MILÁNS DEL BOSCH (JAVIER): «Yacimiento aurífero de Rodalquilar.» *Bol. Inst. Geol. Esp.*, tomo XIX.
284. — 1918. — SAN MIGUEL DE LA CÁMARA (MAXIMINO): «Trabajos de la Sección de Geología.» *Publ. Junt. Cienc. Nat. Barcelona, Anuario* de 1918.

285. — 1918. — SAN MIGUEL DE LA CÁMARA (MAXIMINO): «El Vulcanismo en España.» *Bol. Acad. Cienc. Art. Barcelona*.
286. — 1919. — SAN MIGUEL DE LA CÁMARA (MAXIMINO): «Sobre los cristales de ortosa de los diques de pórfido granítico del Tibidabo (Barcelona).» *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XIX.
287. — 1919. — SAN MIGUEL DE LA CÁMARA (MAXIMINO): «Nota petrográfica sobre dos diabasas y una ofita de Segorbe (Castellón).» *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XIX.
288. — 1919. — SAN MIGUEL DE LA CÁMARA (MAXIMINO): «Nota petrográfica sobre algunas rocas eruptivas de Mallorca.» *Mem. Acad. Cienc. Art. Barcelona*, 3.ª época, tomo XV, núm. 14.
289. — 1920. — CARANDELL (JUAN): «Diabasa en los alrededores de Cabra (Córdoba).» *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XX.
290. — 1920. — GONZÁLEZ REGUERAL (J. R.): «Estudio microscópico de algunas rocas basálticas de Ciudad Real.» *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XX.
291. — 1920. — PÉREZ (PEDRO): «Estudio de los criaderos minerales de San Rafael (Segovia).» *Bol. Of. Min. y Met.*, núm. 33.
292. — 1920. — RUBIO (ENRIQUE): «Apuntes para el estudio de las rocas de ornamentación de la Serranía de Ronda.» *Bol. Inst. Geol. Esp.*, tomo XLI.
293. — 1920. — SAN MIGUEL DE LA CÁMARA (MAXIMINO): «Nota sobre las rocas de las minas del Priorato (Tarragona).» *Mem. Acad. Cienc. Art. Barcelona*, 3.ª época, tomo XVI, núm. 6.
294. — 1920. — SAN MIGUEL DE LA CÁMARA (MAXIMINO): «Nota petrográfica sobre algunas rocas eruptivas de Castellón y Valencia.» *Mem. Acad. Cienc. Art. Barcelona*, 3.ª época, tomo XVI, núm. 7.
295. — 1921. — FERNÁNDEZ NAVARRO (LUCAS): «Sobre unos análisis de rocas de la Península efectuados por el Dr. Henry S. Washington.» *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XXI.
296. — 1921. — PUIG DE LA BELLACASA (NARCISO): *Nociones de Geología y Geografía Física, aplicadas a la ingeniería.*—Madrid.
297. — 1921. — SAN MIGUEL DE LA CÁMARA (MAXIMINO): «Estudio sobre las rocas de San Andrés de Llavaneras (Barcelona).» *Arx. Inst. Cienc.*, año VI.
298. — 1922. — ALVARADO (ALFONSO): «Note sur les plissements hercyniens et la formation filonienne du massif E. de la Sierra Morena.» *Comp. Rend. Congr. Geol. Int.*—Bruselas.
299. — 1922. — FALLOT (PAUL): *Etude géologique de la Sierra de Majorque.*—París.

300. — 1922. — HERNÁNDEZ SAMPELAYO (PRIMITIVO): «Criaderos de hierro de España. Hierros de Galicia.» *Mem. Inst. Geol. Esp.*
301. — 1922. — ORUETA Y DUARTE (DOMINGO): «Estudio petrográfico de Sierra Alnijara.» *Bol. Inst. Geol. Esp.*, tomo XLIII.
302. — 1922. — SAN MIGUEL DE LA CÁMARA (MAXIMINO): «Notas petrográficas.» *Bol. Soc. Ib. Cienc. Nat.*, tomo XXI (IV), núms. 5 y 6.
303. — 1922. — SAN MIGUEL DE LA CÁMARA (MAXIMINO): «Nota petrográfica sobre unas aplitas, pegmatitas y micacitas de la montaña de San Pedro Mártir (Barcelona).» *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XXII.
304. — 1922. — SAN MIGUEL DE LA CÁMARA (MAXIMINO): «Estudio sobre las rocas de Caldetas (Barcelona).» *Arx. Inst. Cienc.*, año VI.
305. — 1923. — ALVARADO (ALFONSO): «Región Este de Sierra Morena.» *Bol. Ins. Geol. Esp.*, tomo XLIV.
306. — 1923. — CHAVES: «Hallazgo de rocas basálticas en la provincia de Córdoba.» *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XXIII.
307. — 1923. — GÓMEZ DE LLARENA (J.): «Guía geológica de los alrededores de Toledo.»—Apéndice petrográfico, por Royo Gómez (J) y Pérez de Pedro (F.). *Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat., Ser. Geol.*, núm. 31.
308. — 1923. — MARCET RIBA (JAIME): «Les lleis de macla dels feldspats de varies roques de Camarena, Bagur, Ferragut i Eivisa. determinades pels mètodes universals de Fedorow.» *Bull. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 2.ª serie, tomo III.
309. — 1923. — SAN MIGUEL DE LA CÁMARA (MAXIMINO): «Estudio petrográfico sobre las rocas de la Riera de Teyá y sus contornos.» *Arx. Inst. Cienc. Barcelona*, año X.
310. — 1923. — SAN MIGUEL DE LA CÁMARA (MAXIMINO): *Contribución al estudio de los silicatos naturales españoles.* Pub. Mus. Cienc. Nat., Barcelona, tomo VI, núm. 3.
311. — 1923. — SAN MIGUEL DE LA CÁMARA (MAXIMINO): *Nota petrográfica sobre algunas ofitas de la provincia de Santander.* Pub. Sec. Cienc. Nat. Univ. Barcelona, núm. 13.
312. — 1923. — SAN MIGUEL DE LA CÁMARA (MAXIMINO): «Nota sobre la presencia de la esfena (titanita) en algunas rocas de Cataluña.» *Bull. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 2.ª serie, tomo III.
313. — 1923-24. — SAN MIGUEL DE LA CÁMARA (MAXIMINO): *Notas petrográficas.* Pub. Mus. Cienc. Nat. Barcelona, núms. 2, 4 y 5.
314. — 1924. — MESEGUER PARDO (JOSÉ): «Estudio de los yacimientos de azufre de las provincias de Murcia y Albacete.» *Bol. Ins. Geol. Esp.*, tomo XLV.

315. — 1924. — MARCET RIBA (JAIME): *Variaciones de las constantes ópticas de algunos minerales petrográficos*. Pub. Sec. Cienc. Nat. Fac. Cienc. Barcelona, núm. 15.
316. — 1924. — SAN MIGUEL DE LA CÁMARA (MAXIMINO): «Algunas rocas nuevas para España.» *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XXIV.
317. — 1924. — SAN MIGUEL DE LA CÁMARA (MAXIMINO): Nuevas localidades de basalto en Cataluña. *Bull. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 2.^a serie, tomo IV.
318. — 1924. — SAN MIGUEL DE LA CÁMARA (MAXIMINO): «Nota petrográfica sobre algunas rocas de la provincia de Tarragona.» *Mem. Acad. Cienc. Art. Barcelona*, 3.^a época, tomo XVIII, núm. 14.
319. — 1925. — BOLÓS (A.): «La estació paleontológica del Pont de Ferro y algunes consideracions sobre el volcanisme olotí.» *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 2.^a serie, tomo V.
320. — 1925. — CARBONELL (ANTONIO): *Contribución que aporta el estudio de la provincia de Córdoba como productora de minerales raros, para el examen del porvenir de la Península Ibérica desde ese interesante punto de vista*. Congr. Asoc. Progr. Cienc. Coimbra.
321. — 1925-28. — GUARDIOLA (RICARDO) y SIERRA (ALFONSO): «Criaderos de hierro de España. Hierros de Almería y Granada.» *Mem. Inst. Geol. Esp.*
322. — 1925. — MARCET RIBA (JAIME): «El método natural en petrografía. (Rocas eruptivas intrusivas de la serie calco-alcalina).» *Mem. Acad. Cienc. Art. Barcelona*, tomo XIX.
323. — 1925. — SAN MIGUEL DE LA CÁMARA (MAXIMINO): «Estudios petrográficos en el Alto Ampurdán (Gerona).» *Mem. Acad. Cienc. Art. Barcelona*, tomo XIX.
324. — 1925. — SAN MIGUEL DE LA CÁMARA (MAXIMINO) y FERNANDO (PEDRO): *Geología*. — Barcelona.
325. — 1926. — ALVARADO (ALFONSO): «Fracturas metalizadas del término de Andújar.» *Bol. Inst. Geol. Esp.*, tomo XLVII, 2.^a parte.
326. — 1926. — CARBONELL (ANTONIO): «Aplicación del estudio petrográfico de algunos materiales de la provincia de Córdoba a la interpretación de la línea tectónica del Guadalquivir.» *Bol. Inst. Geol. Esp.*, tomo XLVII, 2.^a parte.
327. — 1926. — FONT Y SAGUÉ (NORBERTO) y FAURA (M.): *Geología*. — Barcelona.
328. — 1926. — MARÍN (A.), BATALLER (J. R.), LARRAGÁN (A.), SAN MI-

- GUEL DE LA CÁMARA (M.) y MARCET (J.): *Cataluña. (Guía para la excursión C. 4, del XIV Congreso Geológico Internacional)*. — Madrid.
329. — 1926. — MESEGUER PARDO (JOSÉ): «Reseña geológica y metalogénica de la Sierra de Cartagena.» *Rev. Min.*, núms. 3.035 y 3.036.
330. — 1926. — MESEGUER PARDO (JOSÉ): *Estudio petrográfico del cerro eruptivo el Monagrillo, de la provincia de Murcia*. Congr. Geol. Int. — Madrid.
331. — 1926. — MESEGUER PARDO (JOSÉ): «El oro y sus yacimientos en España.» *Rev. Min.*, núms. 3.026 y 3.027.
332. — 1926. — ORUETA (DOMINGO) y RUBIO (ENRIQUE): *La Serranía de Ronda. (Guía para la excursión A. 2, del XIV Congreso Geológico Internacional)*. — Madrid.
333. — 1927. — CHEVALIER (MARCEL): «Essai sur la physiographie de la Catalogne orientale.» *Bol. Inst. Cat. Hist. Nat.*
334. — 1927. — FERNÁNDEZ NAVARRO (LUCAS) y CENDRERO (ORESTES): *Elementos de Geología*. — Santander.
335. — 1927. — GUARDIOLA (RICARDO): «Estudio metalogénico de la Sierra de Cartagena.» *Mem. Inst. Geol. Min. Esp.*
336. — 1928. — CHEVALIER (MARCEL): «Contribution a l'étude du volcanisme de Catalogne.» *Comp. Rend. Congr. Geol. Int.* — Madrid.
337. — 1928. — FÁBREGA (PABLO): *Geología*. — Madrid.
338. — 1928. — HERNÁNDEZ-PACHECO (EDUARDO): «Les volcans de la region centrale de l'Espagne.» *Bull. Volc. Sect. Vulcan. Un. geod. et geoph. inter.*, tomo XIII-XIV.
339. — 1928. — MARCET RIBA (JAIME): «Estudio petrográfico de la zona metamórfica de los alrededores de Toledo.» *Mem. Acad. Cienc. Art. Barcelona*, tomo XX.
340. — 1928. — MARÍN (A.), GÁLVEZ-CAÑERO (A.), LARRAGÁN (A.), SIERRA (A.), SAN MIGUEL (M.), MARCET (J.) y CERERO (R.): *Memoria explicativa de la hoja de Barcelona*. Inst. Geol. Min. Esp.
341. — 1928. — LA ROSA (ADOLFO), ALVARADO (ALFONSO) y HERNÁNDEZ-PACHECO (FRANCISCO): *Memoria explicativa de la hoja de Almodóvar del Campo*. Inst. Geol. Min. Esp.
342. — 1929. — DUPUY DE LÔME (ENRIQUE), GOROSTÍZAGA (JOSÉ) y NOVO (PEDRO): *Memoria explicativa de la hoja de Alpera*. Inst. Geol. Min. Esp.
343. — 1929. — FERNÁNDEZ (ALFONSO) y MESEGUER (JOSÉ): *Memoria explicativa de la hoja de Beas de Segura*. Inst. Geol. Min. Esp.
344. — 1929. — GAVALA (JUAN), RUBIO (ENRIQUE), MILÁNS DEL BOSCH

(JAVIER) y CARBONELL (ANTONIO): *Memoria explicativa de la hoja de Villanueva de Córdoba*. Inst. Geol. Min. Esp.

345. — 1929. — HERNÁNDEZ-PACHECO (EDUARDO): «Datos geológicos de la meseta Toledano-Cacereña y de la fosa del Tajo.» *Mem. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XV.

346. — 1929. — LA ROSA (ADOLFO), ALVARADO (ALFONSO) y HERNÁNDEZ-PACHECO (FRANCISCO): *Memoria explicativa de la hoja de Mestanza*. Inst. Geol. Min. Esp.

347. — 1929. — SAN MIGUEL DE LA CÁMARA (MAXIMINO): *Catálogo de las rocas eruptivas de la provincia de Barcelona*. Inst. Geol. Topogr. — Barcelona.

348. — 1930. — HERNÁNDEZ-PACHECO (FRANCISCO): «La zona central de la Sierra Morena y el Valle de Alcuía.» *Peñalara*, núm. 194.

349. — 1930. — KINDELÁN (VICENTE), O'SHEA (GUILLERMO), FERNÁNDEZ IRUEGAS (PABLO), MENÉNDEZ ORMAZA (JOAQUÍN) y TARGHETTA (JUAN): *Memoria explicativa de la hoja de Atienza*. Inst. Geol. Min. Esp.

350. — 1930. — MARÍN (A.), GÁLVEZ-CAÑERO (A.), LARRAGÁN (A.), SIERRA (A.), SAN MIGUEL (M.), MARCET (J.) y CERERO (R.): *Memoria explicativa de la hoja de San Baudilio de Llobregat*. Inst. Geol. Min. Esp.

351. — 1930. — SAN MIGUEL DE LA CÁMARA (MAXIMINO): «Novedades sobre petrografía de Cataluña.» *Mem. Acad. Cienc. Art. Barcelona*, tomo XXII.

352. — 1930. — VIDAL BOX (CARLOS): «Notas petrográficas.» *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo XXX.

353. — 1931. — ALVARADO (ALFONSO): «Extensión de las formaciones ígneas en Campos de Calatrava.» *Not. y Com. Inst. Geol. Min. Esp.*

354. — 1931. — FERNÁNDEZ (ALFONSO) y MESEGUER (JOSÉ): *Memoria explicativa de la hoja de Santisteban del Puerto*. Inst. Geol. Min. Esp.

355. — 1931. — GAVALA (JUAN), RUBIO (ENRIQUE), MILÁNS DEL BOSCH (JAVIER) y CARBONELL (ANTONIO): *Memoria explicativa de la hoja de Venta de Cardaña*. Inst. Geol. Min. Esp.

356. — 1931. — MENÉNDEZ PUGET (LAUREANO): «Gabarros del granito de Alpedrete.» *Not. y Com. Inst. Geol. Min. Esp.*, núm. 3.

357. — 1931. — SAN MIGUEL DE LA CÁMARA (MAXIMINO): «Las rocas eruptivas de la mancha granítica al Este del Besós.» *Bol. Inst. Geol. Min. Esp.*, tomo LII.

358. — 1932. — HERNÁNDEZ-PACHECO (FRANCISCO): «La región volcánica de Ciudad Real.» *Bol. Soc. Geogr. Nac.*, tomo LXXII.

359. — 1932. — LA ROSA (ADOLFO), ALVARADO (ALFONSO) y HERNÁNDEZ-PACHECO (FRANCISCO): *Memoria explicativa de la hoja de Ciudad Real*. Inst. Geol. Min. Esp.

360. — 1932. — HERNÁNDEZ-PACHECO FRANCISCO: «Estudio de la región volcánica central de España.» *Mem. Acad. Cienc. Madrid, ser. Cienc. Nat.*, tomo III.

II.—DIVISIÓN DE LAS ROCAS HIPOGÉNICAS SEGÚN L. MALLADA

El insigne ingeniero y geólogo D. Lucas Mallada, en su *Explicación del Mapa Geológico de España*, expresa que de las rocas hipogénicas españolas se han hecho dos divisiones en los mapas generales publicados: «antiguas» y «modernas», cuya importancia, relativamente a la extensión superficial, es muy diversa, pues las primeras, que predominan en la mitad occidental de nuestro suelo, comprenden cerca de la décima parte del territorio y se hallan esparcidas en manchas de grandes dimensiones, como regla general, mientras que las segundas apenas alcanzan algunas milésimas de aquél y asoman en isleos diminutos, casi todos enclavados en las formaciones secundarias y terciarias de la mitad oriental.

Así, las rocas hipogénicas modernas sólo influyen en pequeños detalles topográficos en las comarcas donde existen, mientras las antiguas imprimen en grandes extensiones uno de los rasgos orográficos más salientes de la Península.

También expresa Mallada que tal división de las rocas endógenas es arbitraria y convencional, pues aunque hay tipos bien señalados, como el granito y sus congéneres, por un lado, y las ofitas y basaltos, por otro, que acertadamente se clasifican en las dos divisiones principales, en muchos pórfidos, en las diabasas, dioritas y otras rocas, los errores y diferencias de apreciación pueden ser grandes. Y añade, asimismo, que en ciertas provincias, por equivocadas determinaciones espe-

cíficas, algunos asomos aislados de las masas principales se han designado vagamente con los nombres de pórfidos, dioritas, etc., sin fijar con exactitud el grupo preciso en que deben incluirse.

Con carácter de interinidad y mientras no se discurría otra mejor división entre las rocas antiguas, llegó a distinguir dos secciones: «ácidas» o granitos y «básicas» o pórfidos, viéndose obligado a tratar de ellas simultáneamente, pues aunque en varias manchas se indicaron con signos diferentes los puntos en que asoman unas y otras, su completa y perfecta separación era, en rigor, enteramente imposible.

Entre la larga serie de familias, géneros y especies de rocas antiguas, el granito, propiamente tal, es la más importante y llega a entrar por el 99 por 100 próximamente de las manchas señaladas en España. De un modo general examina las variedades de esta roca que se hallan en diversas comarcas, así como las demás masas hipogénicas antiguas asociadas a ella o aisladas en asomos independientes.

Hace también la advertencia de que en nuestro país muchas rocas endógenas han sido designadas con nombres que han pasado a sinonimias en las modernas clasificaciones de entonces, pero, no obstante, respeta algunas de las denominaciones antiguas mientras no se fijara claramente la composición elemental por estudios micrográficos.

En el estado de la Petrografía, al escribir su obra, Mallada juzgó más aceptable para enumerar y describir las rocas de los diversos grupos hipogénicos el orden establecido por Lasaulx, y, así, comienza por el granito y agrega a él el protogino, la pegmatita, las granulitas y leptinitas, cuyas dos últimas designaciones se han aplicado a los microgranitos, en unos casos, a los pórfidos cuarcíferos finogranudos, a los granulófidos y felsófidos, en otros.

Después de los granitos considera los pórfidos cuarcíferos

y los llamados feldespáticos, que la mayor parte de las veces corresponden a los ortófidos; después, las sienitas y dioritas, incluyendo en éstas las cuarcíferas así como las kersantitas y epidioritas; las porfiditas dioríticas o pórfidos dioríticos; las diabasas; las porfiditas diabásicas o diabasitas; el gabro con las eufótidas; la norita y el meláfido, y, por fin, las serpentinas.

En los pórfidos cuarcíferos distingue tres grupos: uno de textura granitoide, en que se muestran a simple vista los elementos constituyentes; otro, que es el de los microgranitos, en que los elementos sólo se perciben con ayuda de la lente, y otro, en que las rocas son enteramente afaníticas. El primer grupo se subdivide en las variedades micácea, clorítica y epidótica.

Con respecto a las dioritas, indica que tienen aspecto interior casi idéntico al de las diabasas y muy parecido al de las ofitas, por cuya razón se han confundido en varias partes de España las tres especies hasta que los estudios micrográficos adquirieron la debida importancia. Aunque hay autores que las clasifican en dos grupos, según sean o no cuarcíferas, esta división carecía de valor desde el punto de vista geológico.

En las diabasas considera tres grupos principales: de textura microcristalina, ricas en clorita; cristalinas, cuya augita tiende a pasar a dialaga, y cristalinas, en que el anfíbol domina sobre el piroxeno hasta convertirse la roca en diorita.

La determinación específica de las porfiditas diabásicas o diabasitas que forman algunos filones y diques sólo debe considerarse como provisional, pues no sería extraño que algunas de ellas constituyesen más bien pórfidos anfibólicos o cuarcíferos.

En los meláfidos distingue, de conformidad con Calderón, dos tipos principales: uno, con mucha labradorita, augita de textura ofítica, microlitos de plagioclasa anchos y cortos, y olivino escaso; otro, en que este último es más abundante

y escasean o desaparecen los microlitos y la augita. El primer tipo es un tránsito a las diabasas y el segundo a los basaltos.

Tratando de las serpentinatas expresa que es muy difícil marcar la línea de separación entre las que forman parte del terreno estrato-cristalino y las que deben considerarse esencialmente hipogénicas, pero desde luego atribuye mayor importancia al grupo de las primeras que al segundo.

Las rocas hipogénicas modernas, en su inmensa mayoría terciarias y cuaternarias, forman para Mallada dos series principales: la ofítica o diabásica, menos reciente, y la basáltica o traquítica.

La primera comprende las ofitas, diabasas, dioritas, porfíditas recientes y kersantinas. La segunda, los basaltos, traquitas, andesitas, dacitas y liparitas.

Por el gran número de asomos que presentan, las multiplicadas dislocaciones de los estratos inmediatos y la asociación a yacimientos salinos y yesosos, las diabasas y ofitas son las rocas endógenas modernas más importantes de España.

En los tiempos en que la ofita de Palassou se suponía compuesta de feldespatos y anfíbol esencialmente, podía pasar tal nombre como sinónimo de diorita, y con esta última denominación se han designado muchas diabasas y ofitas de diferentes provincias, llamándose afanitas cuando su masa es adelógena.

De seguir el parecer de Leymerie, el primitivo nombre de ofita debía conservarse atribuyéndole un sentido geognóstico aplicable, no sólo a las diabasas y dioritas, sino a otras varias rocas en las que la epidota desempeña un papel importante. Ese tipo de rocas representaría, en tal caso, un hecho geológico idéntico en varias regiones, sobre todo en la pirenaica, donde constituye uno de los rasgos geológicos más característicos.

Pero Michel-Lévy caracteriza las ofitas por la presencia

constante de la dialaga o augita pasando a aquélla, moldeando o envolviendo los cristales alargados de feldespatos triclinicos, generalmente agrupados, englobando el conjunto cristales antiguos de hierro titanado. A esta agrupación de feldespatos de consolidación reciente y de dialaga más reciente todavía, deben las ofitas su estructura intermedia entre la granulítica y la microlítica.

En resumen, los elementos esenciales que entran en la composición de las ofitas son: oligoclasa y augita en casi todas; labrador y dialaga en pocas; apatito y piritita como elementos accidentales, y bastantes especies como productos de alteración.

La mayor parte de estas rocas corresponden a tres variedades: cristalinas, compactas y amigdaloides. Las primeras son las más abundantes, y las amigdaloides se designaron hasta entonces con el nombre de espilitas en casi todas las memorias geológicas.

En su conjunto las ofitas ofrecen numerosas variedades, unas, que las aproximan a las diabasas; otras, a los basaltos y meláfidos, y otras, a las porfíditas augíticas, no siendo raro que en una sola mancha se hallen mezcladas rocas correspondientes a diversas especies.

Los basaltos quedan reducidos a los equivalentes recientes de las diabasas con olivino y de los meláfidos antiguos, y sus componentes son: plagioclasa, augita y olivino, asociados continuamente con magnetita y apatito.

Las traquitas poseen un sanidino que se presenta en tres tipos aislada o simultáneamente: cristales porfídicos, granos y fragmentos de naturaleza más pétreo, compacta y homogénea.

El aspecto general de las dacitas es igual al de los pórfidos cuarcíferos, de cuyas rocas son los representantes modernos.

Las andesitas micáceas, dacitas y nevaditas del SE. de España, componen un grupo especial que puede definirse:

1.º Por la riqueza en individuos porfídicos en oposición a la materia fundamental que les da aspecto de nevaditas.

2.º Por el predominio de la biotita entre dichos individuos, asociada a los piroxenos y excepcionalmente a la hornablenda.

3.º Por el plagioclasa de tamaño normal en las rocas andesíticas y el sanidino en individuos de cinco a seis centímetros de longitud.

4.º Por la abundante materia vítrea fundamental, con la única excepción de los sitios en que las atraviesan los filones.

III. — IDEAS GENERALES. — CLASIFICACIÓN DE LAS ROCAS HIPOGÉNICAS

Fácilmente puede imaginarse la dificultad de conservar en la actualidad algunas de las ideas expuestas por Mallada con respecto a la naturaleza y clasificación de las formaciones eruptivas españolas, bastando tan sólo considerar los años transcurridos desde la publicación del primer tomo de la *Explicación del Mapa Geológico de España (1895)*, que es el correspondiente a las rocas hipogénicas, y observar los constantes progresos de la Petrografía durante ese tiempo.

Hoy día es preciso tener en cuenta factores muy diversos, entonces no considerados, para llevar a cabo el estudio y clasificación adecuados de las masas endógenas, y, todo ello, sin perder de vista los tránsitos casi insensibles de unas rocas a otras, tanto relativamente a su naturaleza química, como desde el punto de vista de la composición y estructura, de donde resulta una determinada imprecisión de los límites que se adoptan en la práctica.

La confusión en que siempre se ha incurrido al determinar individualmente los diversos tipos de rocas que por virtud de estos tránsitos y diferenciaciones se encuentran en diversas regiones eruptivas del Globo, ha hecho multiplicar las clasificaciones con arreglo al respectivo punto de vista del que las estudiaba, y, así, existen bastantes de ellas que varían precisamente con el valor y empleo de los principios generales adoptados: composición química y mineralógica, textura, modo de yacimiento, edad, etc.

Elie de Beaumont dividía las rocas en «ácidas» o ligeras y «básicas» o pesadas, según la proporción de sílice libre que contienen. O. Lang, en «leucócratas» o de elementos blancos y ácidos y «melanócratas» o de elementos negros y básicos. Zirkel, en rocas de feldespato alcalino, feldespato calco-sódico o desprovistas de feldespato. Rosenbusch, según su origen, en rocas superficiales, de profundidad media y abisales.

Los petrógrafos americanos, y especialmente W. Cross, Iddings, Pirsson y Washington, han ideado una clasificación fundada en la composición química de las masas ígneas. Repartiendo los elementos según el resultado de los análisis, se ha establecido la «constitución normal» de las rocas, que se dividen en «clases», «órdenes», «rangos» y «subrangos», con arreglo a las relaciones que existen entre los diversos elementos componentes.

Pero esta clasificación, la más completa que se ha propuesto, no respeta en todos los casos las relaciones naturales de las rocas, siendo más bien aparente que real la precisión que ofrece. Además, las experiencias sobre reproducción de las masas ígneas han permitido establecer que un mismo magma puede transformarse en especies minerales diferentes, en armonía con las condiciones de fusión y enfriamiento, y si bien es cierto que de la constitución mineralógica puede deducirse la química, no ocurre lo propio en el caso inverso. Por último, la clasificación resulta poco cómoda en la práctica, dadas las dificultades del análisis de las rocas, que proporciona, por otra parte, datos incompletos desde algunos puntos de vista.

Para V.-M. Goldschmidt, la formación de «familias» de rocas eruptivas se halla ligada estrechamente a las condiciones geológicas, pudiendo admitirse, como causa importante de la diferenciación de las masas, el descenso de los productos densos de segregación y la ascensión correlativa de las mate-

rias ligeras, como asimismo las transformaciones que sufren en contacto con el resto del magma en fusión. Así puede llegarse a la idea intuitiva de un «árbol genealógico» de rocas.

Los inconvenientes de la clasificación según el modo de yacimiento, desconocido en la mayor parte de las muestras que se estudian, indujeron a Fouqué y Michel-Lévy a proponer una clasificación basada en la constitución mineralógica y la textura, cuyos caracteres se observan rápida y fácilmente en los ejemplares aislados y secciones delgadas de las rocas.

Esta clasificación, adoptada en Francia por la mayoría de los petrógrafos, coincide en gran número de casos con el modo de yacimiento, a causa de la correspondencia tan general que existe entre la textura granítica y el yacimiento en profundidad, la microgranítica y el yacimiento semiprofundo (lacolitos, filones), y la microlítica y los yacimientos superficiales.

En el propio país se ha subordinado, no hace mucho, la textura a la composición mineralógica y química, llegando a obtenerse «familias naturales» de acidez decreciente desde los primeros grupos, en que abundan los elementos blancos, a los últimos, francamente melanócratas, en los que son raros y aun llegan a faltar aquéllos.

No es frecuente, sin embargo, observar juntos los tipos de las diversas rocas de una de tales familias que corresponden a las diferentes texturas. Por el contrario, las rocas de un mismo tipo de yacimiento, pero correspondientes a varias de las indicadas familias, se encuentran asociadas naturalmente con formas intermedias.

Tal circunstancia nos inclina a la adopción de los puntos de vista del ilustre profesor Friedrich Rinne, Director del Instituto de Mineralogía y Petrografía de Leipzig, cuya clasificación resulta, por decirlo así, más geológica y conforme con la Naturaleza.

Desde el punto de vista petrográfico consideraremos una primera división de las rocas endógenas del modo siguiente:

1. — Plutonitas, con los pórfidos plutónicos y las schizolitas (rocas de segmentación) como complemento.

2. — Vulcanitas, con sus tobas.

Y cada uno de estos grupos se subdivide en familias que se corresponden como indica el siguiente esquema:

PLUTONITAS	VULCANITAS CORRESPONDIENTES
ROCAS CON FELDESPATOS ALCALINOS	
Familia de los granitos	Liparitas [Pórfidos cuarcíferos].
— de las Sienitas.....	Traquitas [Ortófidos].
ROCAS CON FELDESPATOS ALCALINOS Y FELDESPATOIDES	
Familia de las Sienitas nefelínicas.....	Fonolitas.
— — — leucíticas.....	Leucofonolitas.
ROCAS CON FELDESPATOS CALCO-SÓDICOS	
Familia de las Dioritas.....	Andesitas [Porfiditas].
— de los Gabros.....	Basaltos, Doleritas [Meláfidos, Diabasas].
ROCAS CON FELDESPATOS CALCO-SÓDICOS Y FELDESPATOIDES	
Familia de las Essexitas y Teralitas.....	Basanitas, Tefritas.
ROCAS CON FELDESPATOIDES SIN FELDESPATOS	
Familia de las Ijolitas.....	Basaltos nefelínicos y leucíticos.
ROCAS SIN FELDESPATOS NI FELDESPATOIDES	
Familia de las Peridotitas.....	Picritas.

Las denominaciones entre corchetes designan los equivalentes antiguos de las vulcanitas recientes, cuyos nombres figuran en primer término.

IV. — RESEÑA DE LOS ASOMOS HIPOGÉ- NICOS ESTUDIADOS CON POSTERIORIDAD AL AÑO 1895

De conformidad con lo expuesto, nuestro trabajo descriptivo debe desarrollarse en dos partes, que serán dedicadas, la primera, a las plutonitas con los pórfidos plutónicos y las schizolitas, y la segunda, a las vulcanitas, ocupándonos, en cada una de ellas, de las diferentes familias de rocas que integran las expresadas agrupaciones.

Conservaremos en la descripción el orden seguido por Mallada, considerando los diferentes grupos geográficos por él establecidos.

1. — PLUTONITAS

GRUPO DEL LITORAL CATALÁN

Gerona

En la garganta del Ter, entre el Pasteral y Susqueda, se encuentra una multitud de diques, venas y capas donde la compenetración de los productos eruptivos, los del metamorfismo regional, y de contacto es tan íntima que sólo un detenido estudio puede aclarar tan intrincada asociación petrográfica.

San Miguel de la Cámara (277) ha examinado algunos ejemplares de rocas recogidos durante una excursión por la comarca.

El granito de color de rosa, grano medio y bastante tenaz, aparece en apófisis o diques de inyección entre las capas de pizarras cristalinas. A simple vista ofrece cristales rosados y blancos de feldespato, placas incoloras de cuarzo interpuestas irregularmente, escamas de mica blanca y clorita verde, asociada a ella para formar manchas o nódulos.

En el microscopio se le ve compuesto de oligoclasa maclada y ortosa en grandes placas; ambos feldespatos presentan finas partículas de colores abigarrados, que pueden referirse a muscovita o sericita. El cuarzo, muy límpido, se halla surcado en todas direcciones por líneas de inclusiones. La muscovita, muy abundante, se presenta con los caracteres ordinarios, y la clorita, verde y muy policroica, parece proceder de la alteración de la biotita, pues hay láminas que se comportan más bien como tal mica. En cambio, existen otras que ofrecen tránsitos a la muscovita. Como elementos accesorios hay granos negros de magnetita sobre la clorita y algo de apatito.

Los elementos ferromagnesianos son, por lo menos en gran parte, secundarios. La biotita debió ser abundante pero ha desaparecido, lo cual prueba que el granito ha experimentado acciones metamórficas.

Entre los gneis de esta zona asoma un estrecho dique de pegmatita blanca, dura y de elementos gruesos. Posee feldespato algo brillante, cuarzo en bloques independientes y granos incrustados en el feldespato, muscovita muy abundante y turmalina negra. Al microscopio ofrece los mismos caracteres que el granito anterior.

También existe una hornablendita de grano grueso, color verde oscuro, fractura brillante, tenaz, densa y con disyunción en bolas. A simple vista se distinguen grandes placas negras o verdosas, muy brillantes, que corresponden a láminas de crucero de la hornablenda y puntos y manchas blancas de un plagioclasa básico.

Al microscopio presenta textura hipidiomorfa con grandes elementos de hornablenda parda o verde y otros incoloros y fibrosos que pudieran ser de uralita. La biotita, poco abundante, procede al parecer del anfíbol fibroso, al cual pasa por tránsitos insensibles.

Es probable que la hornablenda tenga dos orígenes: primario y secundario. La verde y fibrosa, que se supone uralita, como la desprovista de cruceros y fibras, son seguramente resultado de alteración de un piroxeno probablemente rómbico. La magnetita es secundaria.

El elemento blanco, muy escaso, es un plagioclasa básico alterado. Algunos cristales ofrecen bandas polisintéticas anchas y difuminadas, y ángulo de extinción muy grande que le incluye en la anortita.

En el puente del Pasteral, a una y otra margen del Ter y en su vaguada, aparece un enorme dique o lacolito de microdiorita cuarcífera rodeado de pizarras metamórficas cambrianas. La roca ofrece gran número de variantes, debidas quizá al mayor o menor grado de alteración, pero hay también algunas que se deben sin duda al período de formación de la masa. Algunos ejemplares son de color gris muy oscuro, duros y tenaces, con fenocristales blancos muy brillantes, en los que se distinguen a simple vista estrías correspondientes a las maclas polisintéticas de un plagioclasa. Otros, en cambio, sin brillo ni estrías, menos abundantes y de menor tamaño, tanto pueden ser ortosa como plagioclasa alterado. También se advierten cristales porfídicos negros, muy brillantes, hexagonales o cuadrangulares y alargados, formados por numerosas hojas finas paralelas al lado corto, y manchas amarillas de piritita de hierro xenomorfa. Estos elementos destacan sobre una pasta gris oscura, muy compacta, en la que no puede distinguirse a simple vista elemento alguno.

Al microscopio presenta textura pórfido-holocristalina típica

ca, con fenocristales de plagioclasa zonar correspondiente a oligoclasa-labrador, maclado según las leyes de la albita y periclina; biotita en grandes placas hexagonales de color pardo, poco policroicas y casi isótropas, y en placas rectangulares alargadas muy dicroicas; clorita verde, muy policroica, en láminas irregulares, redondeadas o rectangulares, con hermoso color azul violado o violeta puro entre nícoles cruzados, que corresponde a la pennina, y, además, asociaciones esferolíticas fibroso-radiadas de la misma especie.

La pasta, holocristalina, granuda, de grano muy fino, se compone de labrador y oligoclasa con granillos de cuarzo y finas agujas de biotita y clorita, destacándose sobre ella algunos elementos pseudoporfidicos de las especies citadas. Como elementos accesorios encierra magnetita, epidoto, calcita y apatito.

Aunque no se han hallado más elementos oscuros que los descritos, es muy probable que haya existido la hornablenda, de cuya alteración deben proceder la clorita, calcita y parte de la magnetita. Esta hipótesis es muy verosímil, dada la presencia del anfíbol en otras rocas de la localidad.

Otros ejemplares ofrecen aspecto bastante diferente, no obstante pertenecer a la misma especie de roca. A simple vista poseen fenocristales blancos de feldespato, cuarzo muy escaso en cristales redondeados o bipiramidados y clorita verde, sobre una base gris verdosa sembrada de puntos negros, blancos y verdes.

En el microscopio, el feldespato, muy alterado, aparece en grandes cristales irregulares que no caben dentro del campo, y cristales porfidicos idiomorfos, con estructura zonar, de la misma especie que la roca anterior. Algunos cristales con extinción recta y la macla de Carlsbad o sin ella, bastante alterados, se atribuyen a la ortosa; el cuarzo porfidico, muy raro, aparece en cristales corroídos por el magma y rodeados

de una estrecha faja de pasta más afanítica que la del resto de la roca. La clorita es pennina, y cerca de ella abundan la esfena violada y la magnetita. La matriz, granuda, posee feldespato difícil de clasificar, y granillos de cuarzo, clorita y magnetita, siendo muy pobre en elementos negros. El apatito abunda tanto en la pasta como en inclusiones, y la calcita suele acompañar a la clorita.

Otro tipo análogo a los anteriores ofrece, al microscopio, igual textura y composición, diferenciándose únicamente por la abundancia de manchas, debidas a productos ferruginosos y a la presencia de una pequeña cantidad de biotita.

Otra variedad, de formación primitiva, tiene aspecto menos porfidico que las anteriores, siendo gris, dura y tenaz, con cristales pequeños que destacan sobre una pasta azulada verdosa compacta y no pueden definirse a simple vista. Con el microscopio se distinguen pequeños cristales zonares de plagioclasa, algunos de ellos rodeados de cuarzo, fenocristales de este último, corroídos y envueltos por hermosa aureola micropegmatítica, y pennina verde y policroica en placas y agujas. La matriz, granuda, de grano grueso, se compone de plagioclasa alterado difícil de especificar, y quizá ortosa en pequeña cantidad; granos de cuarzo, clorita, magnetita o ilmenita, apatito, esfena, calcita y epidoto. Esta pasta debe considerarse como microdiorítica, estableciendo la roca un tránsito a las dioritas porfidicas.

En la Costa Brava, el propio San Miguel de la Cámara (316) ha encontrado camptonitas en cuatro puntos. Entre el cabo de Bagur y Fornells aparecen en diques estrechos que atraviesan las aplitas; se hallan, asimismo, en Cal Rubí y Playa de la Estasiá; en Cal Rech forman también un dique que cruza grandes masas de aplita, y, entre Calella y Palamós, se han encontrado en Cala Estreta.

En todas estas localidades tienen las rocas igual estructura

y composición esencial, siendo mucho más oscuras que las de Ibiza y su feldespato más básico. Unos tipos son muy feldespáticos; otros, muy anfibólicos, y otros, intermedios y de grano más grueso.

La roca de Cal Rubí es compacta, de color pardo oscuro, casi negro, dura y tenaz, con disyunción cúbica y pátina pardo-rojiza. A simple vista se ve francamente porfídica, con fenocristales negros muy brillantes de anfíbol y augita, sobre pasta granuda, de grano muy fino, en la que se reconocen diminutos prismas de anfíbol y algunos de feldespato.

Al microscopio ofrece textura curiosa: sobre una base de feldespato, en placas y prismas alargados, destacan numerosos cristales, también largos, de un anfíbol pardo oscuro, que en la preparación aparecen en secciones hexagonales alargadas e irregulares, acompañadas de multitud de granos de magnetita, frecuentemente agrupados en nidos, y de pequeños cristales de piroxeno.

En los ejemplares de Cala Estreta abunda más la augita y no son raros los cristales porfídicos. A todos estos elementos se asocia el apatito en prismas delgadísimos y la calcita abundante en plaquitas aisladas o formando una especie de amígdalas.

El feldespato que forma la trama de la base de la roca está ordinariamente bien conservado y cargado de inclusiones aciculares muy finas. Ofrece bandas polisintéticas anchas y bien limitadas, y corresponde a la especie labrador.

El anfíbol es pardo-rojizo oscuro, muy dicroico, con maclas y cruceros bien marcados. Sus caracteres le separan de la hornablenda ferrífera y le aproximan a los anfíboles del grupo de la arfvedsonita. Como su color es pardo-rojizo se ha clasificado como barkeviquita, anfíbol considerado como intermedio entre la arfvedsonita y la hornablenda basáltica.

El piroxeno, mucho menos abundante, está representado

por la augita titanada, y la diopsídica está en menor proporción que aquélla. La primera aparece casi siempre recubierta de productos titaníferos derivados de su alteración, los cuales la enturbian y dan a la superficie un color pardo más o menos oscuro. En algunas secciones la alteración ha llegado a sustituir el mineral primitivo por una serpentina, con caracteres análogos a los de la bastita, y granos de titanita.

Barcelona

La mancha hipogénica existente en la alineación montañosa de la cadena litoral catalana constituye un gran batolito, núcleo del anticlinal costero de esta provincia, limitado por las depresiones del Vallés y del Mediterráneo. Esta mancha queda en el lado Oeste, parcialmente recubierta por una formación metamórfica, separada de la del macizo del Tibidabo por el valle del Besós. El lado Sur lo llenan dos clases de terrenos: el triásico, que se ofrece fragmentado en isleos que asoman entre la formación cuaternaria, mucho más extensa, prolongada al Norte, aguas arriba de los valles y torrentes, hasta el corazón de la sierra granítica. Con el cuaternario se enlaza el actual, formando estrecha faja a lo largo de la costa y en el curso inferior de los ríos.

En la zona considerada, el granito se halla atravesado por numerosos diques y venas de pórfidos, aplitas, pegmatitas, felsitas, porfiditas, lamprófidos, cuarzo, etc., más frescos ordinariamente que él, cuyos diques se dirigen de NE. a SO. los más potentes y numerosos, y de NO. a SE. los menos y de menor potencia.

No obstante los trabajos de Almera (270), y a pesar de su gran variedad de rocas, la petrografía de la Sierra de Levante ha sido muy incompleta hasta los estudios de San Miguel de

la Cámara (297, 304, 309, 347, 351, 357), que ha dado a conocer los diferentes tipos.

Granitos. — Abundan en toda la comarca, pero en estado fresco afloran solamente en pequeñas extensiones. La superficie topográfica de aquélla está formada por arena gruesa o «lem granítico», compuesto de abundante cuarzo, prismas hexagonales de biotita y algún feldespato, que quedan encima formando un manto esponjoso de varios metros de espesor. De aquí que el país se halle constituido por una serie de cerros semiesféricos, separados por anchas rieras y torrentes de escasa accidentación. Solamente los salientes producidos por los diques ya citados, de rocas más resistentes, constituyen los únicos puntos de topografía accidentada, con formas agudas y agrestes.

Los granitos frescos son ordinariamente de grano mediano, color blanco o gris claro con manchas negras y disyunción en bancos y cúbica muy manifiesta. Cuando están alterados son de color rojizo o verdoso.

En todos ellos es bastante abundante la biotita y la oligoclasa, carácter muy general en toda la cadena costera, apareciendo bastantes básicos y a veces con marcada tendencia, al paso a las dioritas cuarcíferas. En su masa abundan los gabarros o negrones, que se ofrecen en todas formas y tamaños.

A simple vista los granitos se ven compuestos de gran cantidad de cuarzo, a veces amatistoideo, o sea, con ligero tinte violáceo; feldespato blanco, mate o brillante, con maclas polisintéticas muy marcadas en los plagioclasas y de Carlsbad en la ortosa, y biotita muy fresca e idiomorfa en secciones hexagonales o cuadrangulares.

Al microscopio se reconoce la textura granitoide e igual composición que a simple vista, acompañando a los elementos esenciales algo de apatito, magnetita, rutilo y zircón en diminutas inclusiones.

En Masnóu, Ocata y Teyá, son frecuentes los granitos cataclásticos de grano mediano, color gris o blanco sucio, con manchas negras brillantes y verdes oscuras mates, disyunción irregular y pátina de color pardo con tinte rojizo. A simple vista se observan nódulos negros de biotita y hornablenda, éstos rodeados de láminas verdes de clorita, y aquéllos formados por la asociación de pequeñas láminas; cristales de feldespato y cuarzo en placas mayores que éstos o granos pequeños. Estos elementos se ofrecen como envueltos por una pasta de grano más fino, de cuarzo, mica y anfíbol, prestando al conjunto cierto aire de roca porfídica.

Con el microscopio se muestra claramente su textura cataclástica, particularmente para el cuarzo y la biotita; se compone de grandes placas de ortosa alterada, oligoclasa mejor conservada, cuarzo envolviendo a estos elementos, biotita y hornablenda.

Granitos porfídicos. — A veces el granito es porfídico, con grandes cristales de feldespato sobre base de granito normal, del que no se diferencia más que en la existencia de estos elementos y otros también grandes de cuarzo. La composición mineralógica no difiere en nada de la señalada para el granito, y como éste, encierra en su masa numerosos gabarros. En Masnóu, en la zona de Santa Coloma de Gramanet y de Moncada y en la alta de la Coscollada, es frecuentísimo encontrar granitos porfídicos con grandes cristales de feldespato.

Granitos apliticos. — Existen otros granitos de color blanco, en los que a simple vista se distinguen granos de cuarzo y feldespato casi en igual proporción, unos como en los granitos normales, y otros como en las aplitas; a estos elementos hay que añadir la biotita irregularmente repartida por la roca.

Con el microscopio se definen como granitos pobres en elementos negros y ricos en cuarzo, observándose igualmente cierta tendencia a la textura aplitica. Los feldespatos son: or-

tosa, microclino y oligoclasa; el cuarzo es unas veces granitoide, otras aplítico y en ciertos campos de la preparación, pegmatítico; la biotita, relativamente abundante en unas preparaciones, falta casi por completo en otras.

Los gabarros, que tanto abundan en los granitos, quedan aislados por los agentes de disgregación y se encuentran, en los valles y barrancos, en forma de bolas de tamaños variados. Cuando se recogen muestras de estas rocas sin relacionarlas con su verdadero yacimiento, pueden tomarse como dioritas de grano fino o como kersantitas; pero el hecho de no encontrar ningún dique con rocas como éstas, y el ser exactamente iguales sus caracteres externos, estructura y composición a los que presentan los gabarros, lleva a considerar estas rocas como enclavas de concentración de elementos negros en la masa granítica

Son siempre rocas negras con granillos blancos, compactas, de grano fino, duras y tenaces, tomando color gris verdoso o rojizo cuando se alteran. A simple vista se reconocen escamas de biotita que forman como la trama de la roca, y entre ellas, granos de feldespato, cuarzo y pirita. Al microscopio muestran textura aplítica y se ofrecen compuestas de ortosa y oligoclasa idiomorfas; cuarzo granitoide, aplítico o pegmatítico, rico en inclusiones de rutilo; biotita con abundantes zircones provistos de hermosas aureolas policroicas, magnetita y apatito.

Protogino. — Preséntase frecuentemente en una banda que sigue de Este a Oeste por términos de Caldetas, San Andrés de Llanerías y Mataró, la cual parece deber su origen a un fenómeno localizado en esta zona, donde son abundantes las rocas cataclásticas. Es una roca maciza, de grano medio, blanda, de color gris verdoso claro, con manchas amarillentas y fuerte olor arcilloso. A simple vista se reconocen cristales blancos, ligeramente rojizos o verdosos, de feldespato; aglomeraciones escamosas de color verde o blancas con brillo pla-

teado, de clorita y muscovita respectivamente, y nódulos de pirita.

En el microscopio presenta una textura muy curiosa; grandes cristales de feldespato (oligoclasa y ortosa) y algunas placas de cuarzo, destacan sobre un fondo de escamitas de muscovita con cristales rotos de feldespato y cuarzo. En algunos cristales de plagioclasa aparecen las bandas polisintéticas replegadas o rotas, dibujando microfallas. Contiene además clorita, calcita, magnetita, esfena y apatito. La presencia de la pirita y la muscovitización de los elementos negros, hacen ver que en la formación de la roca, han debido intervenir fenómenos neumatóliticos.

Sienitas. — Son también frecuentes, acompañando al granito en manchas o bandas más básicas en el seno de la masa, a la cual pasan muchas veces por tránsitos insensibles. Algunas no difieren en nada a simple vista del granito, y solamente la escasez de cuarzo y abundancia de feldespato que revela el microscopio, puede decidir en la clasificación. De aquí resulta que los tipos cuarcíferos pueden clasificarse como granitos o sienitas, según la apreciación del investigador. Aun complica más el problema la abundancia de plagioclasas en muchos de estos términos granito-sienitas.

Son rocas granudas, de elementos bastante grandes, color blanco con manchas negras y verdes muy alteradas y pátina parda. A simple vista se observan grandes cristales idiomorfos de biotita y clorita, placas de feldespato blanco con superficies brillantes, y en los ejemplares alterados, laminillas de muscovita con brillo plateado.

Al microscopio aparecen con textura granítica típica, compuesta de grandes placas de ortosa algo alterada, oligoclasa muy polisintética, biotita dicroica en amarillo y verde, y como elementos accesorios, cuarzo, rutilo, magnetita y apatito.

Las sienitas epidotíferas son de color de rosa con manchas

verdes. A simple vista están constituidas por feldespato rosa muy abundante, láminas de clorita, granos verdes de epidoto y algunos cristales negros de anfíbol.

Al microscopio ofrecen textura granítica. La ortosa aparece en grandes placas rosadas, el microclino presenta su característico enrejado, y la oligoclasa, tan abundante o más que la ortosa, forma grandes elementos con numerosas bandas polisintéticas que resultan de una complicación y hermosura extraordinarias. El epidoto, incoloro o amarillo, aparece en granos sueltos; por excepción, adquiere mayor desarrollo, y las placas se ven entonces divididas en agujas y prismas delgados, paralelos entre sí, y con un crucero normal al alargamiento muy marcado.

Además de este tipo, que puede considerarse como normal y es el más frecuente, se encuentran otros cataclásticos, más epidotíferos, con anfíbol, y otros muy alterados.

En el camino de Pomar a Cañet, existe una sienita compuesta de ortosa, oligoclasa, biotita cloritizada y anfíbol transformado en clorita, epidoto y esfena. Entre los elementos accesorios tiene verdadera importancia el apatito que forma a veces grandes granos y cristales bien formados, y la esfena primaria en secciones rombales alargadas.

En la Sierra de Santa Coloma de Gramanet hay otra muy cataclástica, en la que el elemento negro se ha transformado totalmente en pennina, sin que pueda reconocerse si era antes biotita o anfíbol. El epidoto forma agregados granulares con las laminillas de clorita, y, sobre las placas feldespáticas, aparece en granos bien caracterizados o en vías de formación, acompañados de escamas de sericita.

Por fin, entre los kilómetros 6 y 7 de la carretera de Badalona a Mollet, aparece otra sienita muy alterada en la que abunda el apatito.

Dioritas. — En la Sierra de Levante se encuentran algunas

típicas y muchos tipos de tránsito a los granitos y sienitas. Las cuarcíferas son semejantes al granito, y las normales a las sienitas, pero en ambos casos son, en general, de grano más fino. El color, dureza, alteración y disyunción, son iguales que en los granitos y sienitas.

Unas son micáceas y otras anfibólicas. A simple vista se reconocen feldespato, anfíbol o biotita, o ambos a la vez, y cuarzo en algunas. Con el microscopio se ve que el feldespato es oligoclasa dominante en placas o cristales grandes tabulares bastante idiomorfos, y otros, granulares, en menor número; la biotita y el anfíbol se transforman en clorita esferolítica y laminar; el epidoto, derivado de la alteración de los feldespatos y elementos negros, es frecuente lo mismo que la calcita. Como elementos primarios accesorios figuran el apatito y la magnetita.

Las dioritas cuarcíferas son todas micáceas y, con gran frecuencia, algo porfídicas.

Aplitas. — Se encuentran formando diques y venillas en la masa granítica, con tanta frecuencia, que no es probable andar cien metros sin encontrar algún dique o vena de estas rocas. Son compactas, de grano fino, estructura sacaróide y color gris. A simple vista presentan laminillas de biotita, granos de cuarzo y otros de feldespato de igual tamaño y en análoga proporción.

Con el microscopio muestran textura aplítica compuesta de granos casi iguales de ortosa, microclino, oligoclasa y cuarzo. A estos elementos acompaña siempre la biotita o muscovita en pequeñas y escasas láminas, granos de magnetita también escasos y menor cantidad de diminutos prismas de turmalina verde.

Pegmatitas. — Se hallan en diques con las aplitas y son de color de rosa o blanco, grano fino, mediano o grueso. A simple vista se reconoce una masa feldespática con incrustaciones de cuarzo y láminas de mica (biotita o muscovita), o sin ellas.

En las no gráficas se observan a simple vista cuarzo y feldespato, y con el microscopio igual composición que la anterior, pero sin estructura gráfica.

Lamprófidos. — Forman diques de menor espesor y longitud, y son rocas compactas, de grano fino, con pocos fenocristales, color gris o verde muy oscuro, con manchas negras y algunas blancas. A simple vista se reconocen cristales negros de hornablenda, muy pocos, idiomorfos, de feldespato blanco o verdoso, y muy escasos, de cuarzo redondeado. Estos elementos arman en una pasta abundante, granuda, de color verde oscuro, que con la lente deja distinguir granillos blancos y negros o verdes muy oscuros.

Al microscopio aparecen formados por fenocristales de hornablenda verde o parda y algún fenocristal de feldespato y cuarzo. La pasta se compone esencialmente de feldespato, agujas y granos de hornablenda y magnetita. Como productos secundarios pueden citarse la clorita y el epidoto.

Entre los ejemplares estudiados dominan los plagioclásico-anfibólicos, pero los hay también micáceos y ortoclásicos, es decir, que a pesar de la alteración, que dificulta bastante el estudio, pueden reconocerse tipos vogesíticos, kersantíticos y espesartíticos.

Entre los micáceos figura un dique de la riera de Vallensana con escasos fenocristales de elemento negro alteradísimo y pasta muy abundante de granos de feldespato alterado, al parecer ortosa, abundantes pajuelas de biotita y algo de cuarzo. Si el feldespato fuera ortosa efectivamente, las rocas corresponderían al tipo mineta.

Otro tipo, kersantítico, de cerca de Can Texidor de Masnou, ofrece escasos fenocristales de elemento negro totalmente cloritizado, sobre abundante base de cristales de feldespato alterado, en los que ha podido reconocerse, no sólo su composición polisintética, sino los caracteres de la oligoclasa y la

andesina; entre éstos abundan laminillas de biotita transformada en clorita y granos de calcita.

De la serie espesartita, uno de los ejemplares más típicos procede del camino de la Corralada, entre los términos de Badalona y Moncada. Tiene pocos y grandes fenocristales de anfíbol sobre base panidiomorfa compuesta de feldespato alterado, anfíbol, granillos de cuarzo y magnetita. Por la cloritización se separa además epidoto, que aparece en granos sobre los fenocristales y en la pasta. Análogos a éste, pero más alterados, son los del camino de la Corralada bajo la Coscoyada, y el de la Coscoyada, izquierda del Collado.

Un tipo que podría incluirse en la serie camptonita, procede del cerro, 446 metros del grupo de la Coscoyada. Tiene cristales ferromagnesianos grandes y abundantes, sobre pasta panidiomorfa de feldespato y elemento negro con algo de cuarzo y magnetita. Este elemento negro, totalmente convertido en clorita, se halla rodeado de granos de epidoto y con cristales en su masa de la misma sustancia.

Pórfidos graníticos. — Tienen aspecto de granito de grano fino, pero se manifiesta su textura porfídica tanto a simple vista como en el microscopio. Entre ellos y los granitos porfídicos existen tránsitos insensibles. Son de color gris claro y ofrecen cristales grandes de cuarzo muy idiomorfos, feldespato blanco o rosado y biotita en láminas, sobre pasta de grano fino. La proporción de la pasta varía mucho en los distintos ejemplares.

Uno, de Masnou, muy interesante, ofrece aspecto de granito, porque la pasta es poco abundante y del mismo color que los fenocristales de feldespato. Al microscopio muestra textura porfídica holocristalina bien manifiesta; se compone de fenocristales grandes de ortosa y plagioclasa, de cuarzo, biotita y hornablenda. La pasta, microaplítica, está formada por los mismos elementos.

En Tiana, cerca de Can Castellá, y entre los hectómetros 7 y 8 de la carretera de Tiana a la Conreria, hay diques de estos pórfidos, notables por su pasta micropegmatítica y porque pueden seguirse bien en ellos los procesos de cloritización de la biotita; las secciones pardas empiezan por hacerse más claras, después van tomando tintes verdosos y, por último, se vuelven verdes. A la vez que esto ocurre, desaparece la típica polarización en moirée hasta llegar a dar colores violeta oscuros entre nicoles cruzados y presentar todos los caracteres de la pennina. Casi siempre hay en la biotita inclusiones de zircón con aureolas policroicas.

En otro pórfido del Turó del Frare Rafel, Conreria de Montealegre, rico en apatito, rutilo y zircón, pueden seguirse también los referidos fenómenos y además el de epidotización de los plagioclasas.

Pórfidos sieníticos. — Comprende esta denominación una serie de rocas que corresponden por su composición al magma sienítico y ofrecen textura porfídica más o menos claramente manifiesta. Algunos responden exactamente al tipo de pórfido sienítico, pero otros son ortófidos o pórfidos traquíticos; es decir, hay tipos claramente filonianos y otros evidentemente efusivos. Los primeros se ven relacionados con el granito o la sienita, a quienes atraviesan sus diques; los segundos parecen relacionarse con las porfiditas, tan abundantes en la comarca, a las que pasan por disminución de la ortosa y aumento de la proporción de plagioclasa que llega a ser preponderante. La alteración de los feldespatos de ambas clases de rocas hace difícilísimo fijar con exactitud las que son verdaderamente porfiditas y las que corresponden al magma traquítico. Seguramente un buen número de las que se han dado como porfiditas son verdaderos ortófidos o pórfidos traquíticos.

Estos pórfidos tienen color verde oscuro casi negro, pero la alteración les da un matiz gris, rojizo o verdoso. A simple

vista ofrecen grandes fenocristales de feldespato blanco, láminas de biotita y clorita y manchas negras de anfíbol alterado. La pasta es de grano fino y tan abundante, que llega al 80 por 100 aproximadamente.

Al microscopio presentan textura porfídica holocristalina formada por fenocristales de feldespato (ortosa y oligoclasa) y biotita, sobre una pasta que en unos campos es esencialmente feldespático-micácea con anfíbol, y en otros se ofrece el cuarzo en granos con relativa abundancia. El anfíbol es hornablanda verde y también aparecen clorita, epidoto, magnetita y esfena.

En el camino de Ocata a Teyá se encuentra un dique en el que la roca es rojiza por alteración, siendo curioso que la biotita se encuentra bien conservada. Es un tipo de paso a los graníticos y el dique mismo aparece íntimamente ligado a uno más potente de pórfido granítico.

En las vertientes de la Sierra de Teyá, aparecen otros diques de pórfido de color verde oscuro, que se diferencia del tipo común por la escasez de fenocristales de feldespato con núcleo de epidoto y de cuarzo hialino que queda en saliente. Semejante a éste es uno de la riera de Vallensana en el que se ve que los plagioclasas con estructura zonar no se transforman por igual en epidoto en todas sus zonas, sino que lo hacen antes en las más básicas.

El de Can Franquesa es un pórfido de color gris que constituye una especie de felsófido o pórfido feldespático curioso, pues la base, en lugar de ser felsítica, amorfa, con productos granulares de desvitrificación, se resuelve clarísimamente en un agregado de granos y placas de ortosa con variada orientación óptica.

El pórfido de la carretera de Tiana a la Conreria, es micácea y muy típico; ofrece textura porfídica holocristalina con fenocristales de andesina-labrador y biotita muy bien conser-

vados, sobre pasta de los mismos elementos en cristales y granos pequeños.

En Pomarén el Alto de Miravitges hay otro anfibólico que se diferencia por la abundancia de hornablenda, falta de biotita y ser la pasta de grano más grueso.

En Santa Coloma de Gramanet existe, por último, un tipo muy curioso, más duro y tenaz que la mayoría, de color gris verdoso oscuro, con manchas blancas y algunas negras. A simple vista se reconocen numerosos fenocristales de feldespato, hornablenda, clorita y cuarzo, tan grandes o más que los de feldespato, pero en número mucho menor.

Con el microscopio se ve que la roca posee una textura porfídica holocristalina con fenocristales dominantes de feldespato y clorita. El cuarzo intratelúrico es excepcional. El feldespato corresponde a la ortosa y a la oligoclase, y en ambas, la alteración que se observa termina con la formación de epidoto, sericita y productos arcillosos. La pennina procede con toda probabilidad de la hornablenda, cuya alteración va acompañada de la formación de epidoto. Acompañan a la clorita, magnetita, oligisto y apatito.

La pasta se compone de cristales y microlitos de oligoclase y ortosa, láminas de clorita y granos de cuarzo en escasa proporción. La formación de epidoto se verifica también aquí, pero en menor escala que en los fenocristales. Como elementos accesorios se encuentran, calcita, esfena, magnetita, sericita y apatito.

Pórfidos dioríticos.—Se incluye en este grupo una serie de rocas con textura porfídica, análoga a la de los pórfidos graníticos y caracterizadas por el predominio o existencia exclusiva de feldespato plagioclase. Unos son tipos francamente dioríticos; otros constituyen términos intermedios entre éstos y los graníticos o entre éstos y los cuarcíferos; y algunos tienen cierta analogía con los pórfidos sieníticos. En general no

pueden confundirse porque los dioríticos son ricos en cuarzo, mineral que en aquéllos falta o es rarísimo. Son compactos, de color gris o verde oscuro, con manchas negras y blancas. A simple vista destacan gran número de cristales de feldespato, prismas negros de hornablenda y láminas de biotita sobre pasta granuda formada por los mismos elementos.

Al microscopio se observan fenocristales de plagioclase y cuarzo a veces muy grandes; de anfíbol y biotita más pequeños y en menor número, que arman en una masa panidiomorfa de grano relativamente grueso, compuesta de plagioclase, cuarzo, biotita y anfíbol verde escaso.

Los diques de estas rocas aparecen algunas veces aislados, pero es más frecuente verlos adosados a los graníticos o cuarcíferos formando como una de las salbandas, lo que puede observarse en la carretera de Tiana a la Conreria, en la Sierra de Matamoros y otros puntos.

Epidotitas.—Se designa con este nombre una serie de rocas de composición y textura diferentes, que se caracterizan por su abundancia en epidoto. No son equivalentes a las epidotitas que se encuentran en las formaciones metamórficas, es decir, no son pizarras cristalinas, sino rocas epigénicas que resultan de la transformación del feldespato y los elementos negros de granitos, sienitas y pórfidos.

Conocido su origen, no puede extrañar su variada composición y textura, pero el epidoto dominante presta un aire de familia natural a todas ellas.

En toda la cadena costera catalana se encuentran con frecuencia epidotitas cuarcíferas, feldespáticas, cloríticas y magnetíticas, compuestas principalmente de dos elementos a los cuales acompaña a veces otro en escasa proporción: epidoto y magnetita con esfena; epidoto, hornablenda y feldespato; epidoto, clorita y magnetita; epidoto, cuarzo y feldespato, etc.

Según San Miguel de la Cámara, corresponde a la fase

herciniana el fenómeno que formó el gran batolito del eje del anticlinal costero, como asimismo la serie de erupciones que inyectaron los numerosos diques de pórfidos graníticos, sieníticos, dioríticos y cuarcíferos que cortan a las formaciones silurianas y devonianas y, en ciertos puntos, a las carboníferas.

Después de esta fase se formaron los diques de aplitas y pegmatitas, cuya edad no puede precisarse, pero cabe afirmar que son posteriores a los indicados pórfidos.

Tarragona

En el Priorato, una de las comarcas más interesantes de esta provincia por su geognosia, el terreno granítico forma un extenso manchón que atraviesa la carretera de la estación de Marsá a Falset, y sobre el cual se encuentra la carretera del último punto a Bellmunt. La roca, profundamente alterada y disgregada, se ofrece en toda la mancha con formas topográficas redondeadas, de pendiente suave y altitud escasa. El granito fresco y con descomposición en bolas, aflora en el trayecto de la carretera de las minas, cerca de la Venta del Diná, en la parte de mayor altitud de su recorrido.

San Miguel de la Cámara (293) expresa que constituye una granitita normal, de grano mediano, dura y tenaz, de color blanco sucio con manchas negras, que se descompone en grandes bolas diseminadas por el terreno. Es semejante al granito de Pedralbes y Caldas de Montbúy, aunque más ácido, y en cantera resulta muy manifiesta la disyunción cúbica y en bancos.

A simple vista se reconoce la textura hipidiomorfa y se ve compuesto de feldespato gris, amarillento, blanco o incoloro, biotita negra brillante, cuarzo incoloro y algo de clorita verde oscura.

Al microscopio ofrece igual textura y composición: ortosa y oligoclasa en la misma proporción, cuarzo tan abundante como aquéllas y menor cantidad de biotita y clorita. Como elementos accesorios pueden señalarse hornablenda verde, poco policroica, esfena en pequeñas placas y en cristales de color de rosa, zircón con aureolas policroicas, rutilo y apatito en inclusiones. Los elementos secundarios son: pennina, que envuelve las láminas de biotita, epidoto, sericita y kaolín.

En la carretera de Falset a Bellmunt, en el afloramiento cercano a la Venta del Diná, cruza al granito un dique de aplita de color blanco con manchas negras, de grano relativamente grueso, dura y tenaz, con disyunción en losas paralelas a las salbandas del dique.

A simple vista aparece con estructura sacaroides, compuesta de feldespato blanco y brillante, cuarzo incoloro y biotita escasa.

Al microscopio posee textura panidiomorfa e igual composición que a simple vista. Se diferencia del granito por su menor proporción de biotita, transformada a veces en clorita, el idiomorfismo del cuarzo y por presentar algunos placas pegmatíticas, en las que aquél queda incrustado sobre el feldespato. Los elementos accesorios y secundarios son los mismos que en el granito.

En las explotaciones de las minas del Priorato se observan, entre otros, diques de pórfidos que corresponden a los microgranitos. Son rocas compactas, muy alteradas, con fuerte olor arcilloso, de color blanco con tinte amarillo, rojizo o verdoso, manchas blancas, puntos y escamitas rojizas. Atraviesan a estos pórfidos venas de calcita dolomítica o dolomía manganesífera de color de rosa, con galena, pirita y algo de blenda.

A simple vista se distinguen con claridad fenocristales incoloros de cuarzo y escamas de biotita descompuesta en productos ocráceos. Los fenocristales de feldespato, en algu-

nas muestras apenas pueden diferenciarse de la pasta, siendo en general menos abundantes que los de cuarzo.

En preparación microscópica muestran textura porfídica holocristalina y, exceptuando ligeras variaciones en la proporción de los elementos esenciales y de fenocristales y pasta, aparecen con absoluta identidad de caracteres. Los de la mina «Regia» están compuestos de fenocristales de cuarzo, mayores y en mayor cantidad que los otros elementos; ortosa descompuesta y transformada en sericita, kaolín y calcita; biotita en laminillas, esfena, muscovita, calcita y epidoto. A veces la alteración de la roca es tal, que en lugar de los fenocristales sólo queda un producto ferroso-ocráceo.

La pasta, muy abundante y de grano fino, se compone de feldespatos descompuestos, cuarzo, biotita muscovitizada, muscovita, kaolín y sericita. La calcita de impregnación, siempre magnésiana, aparece en placas y granillos sobre la pasta. El apatito, rutilo y zircón forman inclusiones en los elementos esenciales, y en la biotita se ve algo de epidoto. En algunos cristales hay bastante pirita en pequeños granos, algunos de galena, y otros, escasos, probablemente de blenda. Es notable la falta de magnetita.

Por analogía con otras regiones, San Miguel de la Cámara supone que el granito alcanzó la formación paleozoica del Priorato en la época en que se formaron las cadenas hercínicas. No puede ser secundario porque el triás, que a veces está en contacto inmediato con aquél, no ofrece el menor indicio de metamorfismo, y en cambio, la roca eruptiva, debajo del triás, está profundamente alterada y con señales de haber estado a la intemperie antes de depositarse los primeros estratos mesozoicos.

Los diques de pórfido y aplita que atraviesan tanto al granito como a los sedimentos paleozoicos, son evidentemente más modernos que aquél, pues se detienen ante las primeras

capas triásicas inferiores, atestiguando una mayor antigüedad respecto a éstas. Su erupción debió tener lugar después del plagamiento hercínico y a consecuencia de los movimientos póstumos que rompieron las capas.

GRUPO DE LOS PIRINEOS

Gerona

Los granitos de Vilajuiga y Garriguellas (Ampurdán), afectados por intenso metamorfismo dinámico, han sido estudiados por San Miguel de la Cámara (323).

En el castillo de Quermensó existen dos tipos que difieren poco en su composición y estructura microscópica, pero que son de aspecto tan diferente que sólo con el microscopio puede reconocerse su analogía. Uno de ellos corresponde a granitos de grano grueso y algo porfídicos, de color gris claro, con manchas negras o rojizas, duros, consistentes y con disyunción irregular. A simple vista se reconocen granos de feldespato de tamaños variados, cuarzo y laminillas de mica, que a veces se agrupan formando nidos a manera de pequeños gabarros y casi siempre cargados de óxido de hierro en las superficies expuestas largo tiempo a la intemperie.

Con el microscopio se reconoce la estructura cataclástica, viéndose compuestos de granos gruesos y medianos de feldespato muy alterado, recubierto de sericita y kaolín con granillos de epidoto; se conservan algunos granos pequeños, idiomorfos, de plagioclasa. Las placas grandes, alotriomorfas, son en su mayor parte de ortosa. El cuarzo forma placas con extinción ondulada o aparece roto y triturado; la mica aparece deshecha en agregados de diminutas laminillas, siendo la especie más afectada por las compresiones internas. De su alteración proceden los abundantes granos de esfena y la clorita.

El otro tipo lo forman rocas compactas de grano fino y aspecto de granitos aplíticos, color gris, duras y más frágiles que las anteriores. A simple vista se distinguen algunos granos de tamaño medio con otros pequeños de cuarzo y feldespato y laminillas de biotita fresca en las superficies recientes y limonitizada en las expuestas a la intemperie.

Al microscopio presentan composición y caracteres análogos a los de los anteriores, con sus elementos mucho más pequeños y menos cataclásticos, hasta el punto de que el cuarzo no aparece triturado y únicamente presenta extinción ondulada. También son menos abundantes la esfena y la clorita.

Asimismo existe en la zona una serie de rocas afectadas por el dinamometamorfismo, pero sin estructura paralela que las separa de los gneis graníticos. Son términos intermedios que tienen caracteres comunes a dos o a los tres tipos de granitos modificados.

Las rocas consideradas como protogino, son de dos aspectos: unas compactas, de grano fino, color verde, duras y consistentes. A simple vista pudieran confundirse con pórfidos muy alterados, pues ha sido tal el grado de trituración, que muy excepcionalmente se ven granos de cuarzo y feldespato. Con el microscopio se reconoce la composición mineralógica de los granitos y estructura cataclástica, siendo el cuarzo el elemento más triturado.

Otros protoginos son algo pizarrosos, de grano relativamente grueso, color gris verdoso y brillo satinado, blandos pero consistentes. A simple vista están compuestos de abundantes láminas de mica y sericita con granos de feldespato y cuarzo. Tienen aspecto macroscópico de micacitas pero proceden indudablemente del dinamometamorfismo de una diorita o gabarro granítico, por lo cual se incluyen entre los protoginos dada su semejanza con los del Montblanc y San Andrés de Llaneras (297).

Con el microscopio se ve claramente que se trata de una roca granitoide muy triturada en la que aun pueden reconocerse granos de cuarzo y feldespato, si bien la mayor parte de éste se halla transformado en muscovita y sericita. La mica negra forma casi toda la roca, apareciendo transformada en clorita y muscovita con abundante secreción de hierro titanado. Como elementos accesorios se encuentran, apatito, rutilo, zircón y mucha piritita convertida en limonita que hace pensar en influencias hidrotermales además de las dinámicas.

Formando pequeños diques y venas que atraviesan las demás rocas, aparecen aplitas que ofrecen, aunque en mucho menor grado, huellas de las compresiones enérgicas que han modificado las rocas eruptivas de esta zona. Son de color gris claro o blancuzco, duras, frágiles, de grano mediano y disyunción en losas. A simple vista se distinguen granos de cuarzo y feldespato, y algunos ejemplares ofrecen venas del primero.

En el microscopio tienen textura aplítica algo cataclástica, hallándose formadas por cuarzo, ortosa, microlino, micropertita, biotita escasa y esfena. La formación de la micropertita se debe a acciones metamórficas, pues se ha observado con gran frecuencia, que se presenta en las rocas eruptivas de la zona de compresión de la cadena costera catalana y regiones con ella relacionadas.

En Llansá existe una aplita turmalinífera, de color gris claro con manchas negras, dura y algo frágil. A simple vista se distinguen granos negros de turmalina distribuidos irregularmente, laminillas de muscovita en menor proporción, y base granular de cuarzo y feldespato.

El microscopio revela una textura panidiomorfa, bastante cataclástica, y composición variable en distintas preparaciones. En general, las partes granatíferas son muy feldespáticas y más micáceas, y las turmaliníferas se componen casi exclusivamente de cuarzo y turmalina. El feldespato, en grandes

placas, es oligoclasa y ortosa, dominando aquélla. El cuarzo aparece triturado o con extinción ondulada. La muscovita forma escamas diminutas sobre el feldespato; la turmalina abunda en ciertas partes faltando en otras, y el granate, mucho más escaso y bien cristalizado, se encuentra en cristales sueltos.

En la misma localidad se observa, asimismo, otra granulita compacta, de grano fino y estructura sacaroides, color gris oscuro, dura y tenaz, con disyunción cúbica. A simple vista se distinguen el feldespato y el cuarzo, y con el microscopio se aprecian además porfidoblastos de microlino y ortosa, granos de albita, laminillas de biotita, granos de rutilo, zircón, esfena y epidoto, y plaquitas de calcita.

Guipúzcoa

En el extremo de los Pirineos Occidentales, a 12 kilómetros del mar y rodeado por terrenos paleozoicos, se levanta el macizo granítico del Aya, que se extiende a uno y otro lado de la frontera francesa. Sin embargo, la mayor parte se halla en España y corresponde a las provincias de Guipúzcoa y Navarra.

Esta masa granítica se extiende de SO. a NE. en una longitud de 12 kilómetros y cuenta solamente cuatro en dirección perpendicular. La roca, según Termier (250), está formada en su mayor parte por una mezcla cristalina, siempre alotriomorfa y con frecuencia pegmatítica, de micropertita y cuarzo, la cual, constituye por lo menos los tres cuartos, y aun el 85 por 100 de la masa total. El resto se halla integrado por mica negra, albita y minerales de hierro en corpúsculos muy finos. También existen cantidades muy pequeñas de anatasa y apatito.

La mica negra debió separarse antes que los cristales de albita, los cuales precedieron a su vez a la consolidación de la

mezcla de micropertita y cuarzo. Esta última ofrece los caracteres de una mezcla eutéctica de los tres cuerpos: cuarzo, ortosa y albita, siendo probable que durante la consolidación del magma, quizá relativamente rápida, no variase casi la composición del baño fundido.

En algunos ejemplares, por hallarse la ortosa en exceso con relación a los otros dos minerales, forma grandes cristales más o menos idiomorfos y el granito adquiere aspecto porfídico.

Los cristales de ortosa-micropertita poseen con frecuencia grandes dimensiones. A simple vista son blancos o amarillentos y casi siempre bastante frescos y lamellosos. El cuarzo tiene color gris, y los cristales de albita (que se hallan en exceso sobre la mezcla eutéctica) poco visibles. En el microscopio se revelan por su kaolinización más o menos avanzada.

El grano varía mucho de unos puntos a otros, y como ya indicaron Mallada (142) y Stuart-Menteath (197), existen variedades aplíticas y porfídicas; pero la estructura real que se observa en el microscopio, permanece fija y se adquiere la impresión de una mezcla eutéctica con algunos individuos en exceso, y, consolidados antes que ella, la mica, albita y a veces la ortosa.

La alteración de la roca tiene lugar del modo ordinario. Primeramente se ataca la mica produciendo una clorita pálida, cargada con frecuencia de minerales titaníferos, rutilo, ilmenita o esfena y limonita que forma venas en derredor del cristal descompuesto. La albita se kaoliniza antes que la micropertita, más resistente, y, en general, la descomposición es muy avanzada.

Si se tienen en cuenta los trabajos de Duparc y Mrazec, se observa una gran analogía entre el granito del Aya y el del Mont Blanc, aunque el primero es un poco más silíceo. La estructura es idéntica en ambos salvo la gneísica, muy frecuen-

te, como es sabido, en el protogino del Mont Blanc y que no aparece en el Aya. El microclino, que es una forma frecuente del feldespató potásico de los Alpes, falta por completo en la zona que consideramos.

Los fenómenos de contacto alrededor del granito son poco importantes. La roca penetra en las pizarras en forma de apófisis y adquiere la finura de grano de las aplitas, pero fuera de esto, no existen modificaciones endomórficas.

Las pizarras paleozoicas sólo se modifican en una zona de algunos metros en derredor del contacto. En ella se convierten en corneanas micáceas, más o menos ricas en ortosa y que también contienen andalucita. Existe, naturalmente, mucho cuarzo, desaparece el aspecto detritico, y los cristales de mica, extremadamente finos y sin orientación, se transforman en clorita cargada de ilmenita y en muscovita.

Como expresa Mallada, en Articuza las calizas, en una zona de algunos metros se han transformado, en contacto con las apófisis graníticas, en una mezcla de epidoto, granate y calcita, siendo éste el único fenómeno de metamorfismo.

Se ve, pues, que el granito del Aya, aunque posee de un modo general la estructura de una roca profunda, constituye en realidad un tipo hipabisal inyectado mecánicamente en estado fundido, después de su formación, en medio de los estratos paleozoicos. En conjunto constituye un lacolito, y al rellenar el espacio que ocupa, la roca debió perder la facultad de actuar químicamente sobre los terrenos sedimentarios circundantes.

Mallada (142) dedicó dos páginas a esta formación señalando ciertas particularidades de estructura de la roca y algunos de los fenómenos de contacto. A tal fin, llegaba a recordar el hecho, mencionado por Stuart-Menteath, de la transformación local en cuarcitas de las areniscas triásicas inferiores. De esta manera, para ambos autores es evidente la

posterioridad del granito respecto al triás inferior. Pero Termier encuentra dudosa esta posterioridad creyendo que los terrenos en que encaja el granito son de edad ordoviciense y que las apófisis han modificado localmente al devoniano. Desde luego, sólo existen dos hechos rigurosamente ciertos: la anterioridad al triás de los terrenos en que encaja y la del emplazamiento del granito con respecto al cretáceo.

El macizo que consideramos se halla cortado profundamente por el valle del Bidasoa, y merced a esta circunstancia han quedado al descubierto otras rocas endógenas que tienen con el granito relaciones interesantes. J. de Lapparent (260) expresa que la más básica de tales rocas es un gabro de textura intersertal u ofítica, formado esencialmente por augita titanífera y labrador básico. Pero, además de aquél, se observa una serie de rocas mixtas que, procedentes de él, ofrecen con el granito un cierto parentesco.

En primer término aparece un gabro con biotita y cuarzo que ofrece la misma textura que el anterior, pero cuyo piroxeno está parcialmente epigenizado por la biotita, y el feldespató, igualmente básico en su parte central, tiene en la periferia la composición de la andesina y aun de la oligoclasa.

Existe además un tipo rico en biotita y pobre en piroxeno, que se carga en algunos puntos de pequeños cristales de ortosa y microclino, formando un tránsito a otro tipo en que el feldespató potásico se convierte en elemento normal; la distribución y estructura de los plagioclasas son iguales que en el gabro.

La roca así constituida, que es bastante abundante, puede considerarse como monzonita cuarcífera y ofrece grandes analogías con las akeritas de Oslo. Tiene algo de gabro por los restos de metasilicatos, el labrador y su estructura, y se relaciona con el granito por el cuarzo, feldespató potásico y la parte ácida de los plagioclasas.

Existe una primera serie de rocas desde el gabro a esta monzonita cuarcífera, y aparece una segunda cuyos términos van del gabro a una sienita. En este caso, el piroxeno se transforma principalmente en hornablenda, la biotita sólo puede individualizarse en pequeña cantidad y el exceso de silicato aluminico-potásico origina inmediatamente la formación de ortosa.

Estas rocas forman en el granito enclavas de todas magnitudes, desde el tamaño del puño, hasta de varios centenares de metros cúbicos, pero siempre se hallan localizadas en la parte profunda del granito.

Este último atraviesa las masas básicas en forma de filones ramificados individuales, o bien forma con ellas mezclas que establecen un paso continuo de la roca al granito sin ejercer como tal acciones de ninguna índole, es decir, comportándose como elemento inerte.

La transformación de la roca básica y la formación del granito se efectúan simultáneamente, debiéndose a la acción de los elementos de una pegmatita sobre el magma del gabro.

Aparte de éste, la pegmatita arrastra silicatos ferromagnesianos y anortita, y con estos elementos, origina el complejo granito, según un proceso químico relativamente sencillo. Es fácil, en efecto, darse cuenta de que la acción de un alúmino-silicato potásico sobre la augita, por tender a provocar la formación de biotita, libera anortita a partir de la propia augita; y esta anortita, con la gran cantidad de albita de la pegmatita, sirve para la constitución de las oligoclasas-albitas del granito. Mas el piroxeno, en lugar de epigenizarse *in situ*, puede quedar completamente disociado y contribuir, con la parte ferromagnesianas de sus elementos, a la formación de biotita en el granito.

Así, para la constitución de éste, ha sido necesario un magma básico cuyos restos se encuentran en los gabros y sus

derivados, los cuales, arrastrados por el magma granítico propiamente dicho, aparecen en las partes profundas de éste.

No puede afirmarse, sin embargo, que si se alcanzasen zonas más profundas del macizo, se encontrarían únicamente rocas básicas, pues es muy posible que la pegmatita haya agotado completamente el magma del gabro para producir la enorme masa granítica del Aya.

GRUPO CENTRAL

Ávila

Los granitos de la capital, muy estudiados y conocidos, ofrecen algunas particularidades señaladas por Barras (232). Es frecuente que los elementos de la roca se hagan casi microscópicos en medio de la masa del granito normal y originen nódulos fácilmente separables. En otros casos, las masas micrograníticas se presentan formando filones.

En la finca llamada «El Pinar», cruzando el camino que va de la casa de Sancho Dávila a Arroyo Hondo, existe uno de ellos de cerca de un metro de espesor, y saliendo de la capital, al principio del camino que sigue la orilla derecha del Adaja, aparecen otros tres paralelos y casi verticales de granito muy feldespático.

Frente al primer molino del Adaja se encuentran otros dos filoncillos cruzados y un kilómetro más allá existe un corte natural del terreno donde el granito se ha dividido por la erosión en grandes trozos. En tal paraje se observan también dos filones de ortosa con espesores de 0,16 y 0,26 metros respectivamente.

En algunos puntos de la zona, la alteración del feldespato ha dado lugar a un argilófido teñido por sales de hierro y man-

ganeso, que ha servido para la construcción de los edificios principales de Ávila.

Toledo

Todas las rocas hipogénicas de esta provincia, salvo alguna excepción, corresponden a plutonitas, pues hasta ella no han llegado las formaciones volcánicas que tanto abundan más al Sur, en la inmediata de Ciudad Real. Reseñaremos los tipos principales.

Granitos.—La gran mancha hipogénica de las sierras de Gredos y Guadarrama, desarrollada principalmente en las provincias de Cáceres, Ávila y Madrid, avanza al Sur por la de Toledo y llega hasta cerca de Talavera, siendo su extensión 653 kilómetros cuadrados.

Según Mallada y Dupuy de Lôme (261), en la carretera de Navamorcuende, a 15 kilómetros al Norte de Talavera, comienza el granito que se descubre de grano fino y con mucha abundancia de feldespato, entre las tierras de su descomposición; y al pie del monte de Veguilla, tres kilómetros antes de llegar a Cervera, se presenta generalmente porfídico, con cristales de ortosa que alcanzan hasta un decímetro de largo. Es de color amarillento o gris azulado oscuro, con mucha mica negra, y sobresale en canchales agrupados en varios sitios.

A tres kilómetros de Navamorcuende, por ambos lados del kilómetro 30 de la carretera, el granito es también porfídico y de color rojizo, con manchas blancas y azuladas, viéndose en muchos sitios teñido por óxido de hierro.

En las inmediaciones de la Iglesiasuela asoma la variedad gris azulada, de grano grueso, y con iguales caracteres, continúa hasta las márgenes del Tiétar.

Entre San Román y el Castillo de Bayuelas, con el granito

de grano grueso y el porfídico, de colores negruzcos y azulados, con mucha mica negra, se mezclan otros blanquecinos, de grano fino, con escasas hojuelas de muscovita.

Entre Nombela y Aldeaencabo, es de colores claros, descompuesto en su mayor parte, rico en feldespato y con dos micas.

En las inmediaciones de Paredes alterna con el granito azulado de grano grueso, que sobresale en erizados canchales, otro de grano muy fino y compacto, con abundancia de ortosa y muscovita.

En diversos parajes abundan en la masa hipogénica los cristales de piritita de hierro.

Toda la extensa mancha de terrenos cristalinos que existe al Sur de la capital ha venido figurando hasta ahora como granito en los mapas geológicos, y quizás esta consideración haya sido sugerida por la gran variedad y composición de las rocas cristalinas que en las inmediaciones de Toledo existen de una manera confusa, viéndose a trechos la roca con el aspecto del granito.

Hernández-Pacheco (258) reconoció la diferencia entre aquél y el gneis, distinguiendo las dos formaciones, y Mallada y Dupuy de Lôme (261), señalaron pequeños manchoncillos de terreno estrato-cristalino en medio de la masa granítica. Más tarde, Gómez de Llarena (274) ha indicado que a su modo de ver el gneis se extiende por casi toda la parte comprendida entre la alineación Noez-Almonacid y el Tajo, pues en todos los sitios recorridos observó la misma estructura del gneis típico. En cambio, desde Noez-Almonacid hasta el Sur, las rocas presentan los caracteres de corresponder a un granito normal aunque variado en el tipo.

En el extremo Este de esta mancha comienza el granito en la misma villa de Mora y se prolonga hasta Orgaz en canchales redondos en que la roca es de colores claros y grano grueso

y porfídico. Junto a Ajofrín sobresale en canchales de color gris azulado claro y generalmente de grano grueso y mediano. También se destaca en grandes peñones el pie NO. del Cerro Gordo.

En las inmediaciones de Sonseca abundan los filones de granito duro y grano fino, blanquecino y rosáceo, entre el de grano grueso y mediano; y más al Sur, a la derecha del arroyo de Valverde o Valdecabras, sobresalen los peñones de formas diversas amontonados en pintorescos grupos.

A un kilómetro al Norte de Argés, la carretera de Ventas con Peña Aguilera cruza el granito porfídico con una variedad zonar cuyo feldespato blanco se segrega de la masa general negruzca en fajas de 20 a 40 centímetros de largo y anchos que llegan a cuatro, muy parecidas a las anfibolitas fajeadas del estrato-cristalino, envuelto en la roca hipogénica entre la Puebla y San Martín de Montalbán.

En las inmediaciones de los Gálvez, aparece el granito blanquecino con abundantes cristales blancos de ortosa de más de un decímetro de largo, y lo mismo se observa a un kilómetro al SE. de Navahermosa, donde comprende distintas variedades de pórfido feldespático y otras de granito porfídico blanquecino con láminas de muscovita de más de un centímetro cuadrado.

Al Norte de los Navalmorales se halla el Risco de las Viñas, erizado de canchales de granito porfídico, descompuesto y terroso, acribillado de vetas blancas de feldespato.

Por la carretera de la Puebla a San Martín de Montalbán, el granito es generalmente porfídico, si bien se hallan variedades de grano fino con abundante mica negra. Entre San Martín y Menasalbas también es general el porfídico con grandes cristales de ortosa. El suelo entre ambos pueblos es suavemente ondulado, abundando los canchales en las depresiones de arroyos y ríos. Además del gris azulado con mica negra, abundan

en Menasalbas las variedades de colores claros, rojizos y blanquecinos, con mica blanca desigualmente repartida.

Entre Oropesa y El Torrico se extiende un islote granítico de una longitud de 10 kilómetros y anchura media de cinco. El granito es de idénticos caracteres a los de los otros de la región, predominando el de grano grueso y mediano, con poco cuarzo, mica blanca y negra y ortosa, muy alterado y descompuesto, amarillento y de color de carne.

En los cerros de los Matoses, que sobresalen con pintorescos canchales al Sur de Oropesa, con el más común hay otro porfídico con cristales de ortosa hasta de un decímetro de largo, y más adelante de estos parajes, atraviesan a la roca de Este a Oeste varios filones de eurita blanquecina con placas diminutas de muscovita.

Entre El Torrico y Herrerueta predomina la variedad compacta y de color azulado, cruzando a la roca en los cerros inmediatos a Caleruela otro filón de ortosa con laminillas de muscovita y un poco de cuarzo.

En varios sitios, principalmente en las cercanías de Oropesa y Lagartera, abundan los filones de cuarzo y de greisen, viéndose en este último placas de muscovita que llegan a tres centímetros de lado.

Finalmente, en Camuñas asoma otro islote granítico que sólo mide 20 kilómetros cuadrados, en el que la roca, casi por todas partes descompuesta, es de grano grueso, con abundante cuarzo, y se explota en algunas canteras.

Granulitas. — A 200 metros al Sur de las canteras de cal de El Torrico, asoman varias fajitas de granulita blanquecina en la que abundan los núcleos de cuarzo con cristales de turmalina.

Pegmatitas. — En el arroyo de la Rosa, junto a la estación del ferrocarril de Toledo, aparecen pegmatitas gráficas, y más allá, en el barranco de la Degollada, ofrecen estas rocas, como

elemento accesorio, grandes láminas de mica; en cambio, en la carretera de Piedrabuena abunda en los diques la turmalina, y de la misma variedad de pegmatita se encuentran multitud de filoncillos acribillando el cerro de la Bastida. El feldespató presenta fuerte color rosado característico.

En el cerro de San Servando se intercala un dique de pegmatita entre dos bloques de gneis, y cerca de él hay otro filón-diaclasa de la misma sustancia, que corta una estrecha faja de gneis pizarroso intercalada en gneis ordinario.

En el arroyo de la Cabeza las pegmatitas atraviesan también al gneis en forma de diques irregulares.

A 500 metros de Nuño Gómez, siguiendo el camino de Garciatún, se halla un filón de pegmatita amarillenta muy descompuesta, que tiene dos metros de espesor y se dirige de Este a Oeste.

Por último, entre la Puebla y San Martín de Montalbán, a un kilómetro al Norte del castillo de este nombre, se extiende una gran masa pegmatítica en el paraje llamado Vallehermoso, desde el cual se prolonga ocho kilómetros más al Este por las Cuevas y Carrascosa, hasta la casa de Castrejón. En esta singular formación, se intercalan masas de pegmatita muy dura, coherente y de colores abigarrados, en cuya pasta amarillenta y blanquecina, con aspecto de brecha, se incluyen granillos de cuarzo.

Las pegmatitas de los alrededores de Toledo han sido estudiadas por Marcet (339). Uno de los tipos del arroyo de la Rosa es de coloración rosada, duro y tenaz. Presenta estructura pegmatítica de grano mediano, constituida por granos abundantes de cuarzo mezclados con otros rosados de ortosa. En algunos puntos de la roca, se observan cristales de plagioclasa de coloración grisácea. Llama la atención la abundancia de cristales de granate, redondeados y pardo-oscuros. Aparecen también láminas de biotita alterada en clorita, que limitan

parcial o totalmente a los cristales de granate. En otros puntos, la roca presenta una estructura más fina, destacándose granos verdes oscuros con todos los caracteres de la cordierita alterada.

En el microscopio ofrece textura granitoide de grano mediano, constituida por placas de cuarzo dominantes, otras menores de ortosa, cristales irregulares de granate, magnetita, pirita, biotita y otros elementos en escasa proporción. El cuarzo alcanza el 36,3 por 100 de la roca, predominando sobre los demás elementos. Es incoloro y muchas secciones muestran numerosas inclusiones sólidas, líquidas y gaseosas dispuestas en líneas irregulares. La ortosa figura en segundo lugar en la constitución de la roca, por alcanzar el 27 por 100. Las placas son incoloras, ricas en inclusiones, y, como las de cuarzo, presentan extinción ondulada a consecuencia de las presiones a que ha estado sometida la pegmatita después de su consolidación. El granate almandino, en secciones resquebrajadas y teñidas de óxido de hierro, llega a 22,4 por 100 de la roca, y la magnetita, que constituye el 8,9 por 100, forma granos irregulares. Unas secciones pardo-amarillentas que recuerdan las de biotita, se refieren a la cordierita alterada que constituye el 4 por 100 de la masa. La biotita aparece en pequeña proporción (2,7 por 100) alterándose en pennina y muscovita. La roca, después de su consolidación, ha sufrido acciones geotérmicas que, unidas a las presiones y manifestaciones endógenas, han hecho variar ligeramente la estructura. Ultimamente, el dinamometamorfismo ha impreso un sello característico.

Otro tipo de pegmatita está representado por rocas también duras y de coloración rosada, relacionadas con las anteriores. La estructura es pegmatítica de grano mediano y las placas de ortosa resaltan por su intensa coloración rosada. Otras secciones, en menor proporción y de color lechoso, son de plagioclasa. Aparece también el cuarzo, y destacan, por fin,

de la masa cristales de cordierita alterada con matiz verde oscuro.

Al microscopio se comprueba la estructura enunciada y la disposición de los elementos, así como la presencia de algunos cristales idiomorfos de zircón. La ortosa, más abundante que el cuarzo, entra en la proporción de 54,9 por 100 con los caracteres enunciados en el otro tipo; la oligoclasa, en cristales idiomorfos y más bien alterados, integra el 10,9 por 100 de la roca, y el cuarzo ofrece abundantes inclusiones, algunas líquidas con burbuja móvil, no encontradas en las anteriores pegmatitas.

El estudio petrográfico encuentra un nuevo dato para la génesis de la roca en la presencia de cristales polisintéticos de plagioclasa de gran cristalinidad, que demuestra la intensidad de las acciones metamórficas que actuaron sobre la pegmatita, cristales cuyo origen remonta a la consolidación, mostrando una acción nula sobre las plaquitas poco individualizadas.

Otro tipo de pegmatita, íntimamente relacionado en basicidad y estructura con el anterior, es el del barrancø de la Degollada. Constituye una roca dura y tenaz, muy rosada, sin tendencia aparente al idiomorfismo de los cristales, no muy rica en plagioclasa ni cuarzo, sino más bien en ortosa. Lo que más la distingue es la intensa coloración indicada, así como la concentración de la cordierita en nódulos que parecen más ricos en cuarzo que el resto de la roca.

Al microscopio la textura es granítico-pegmatítica, y las placas de cuarzo presentan formas caprichosas, penetrando en las feldespáticas completamente alteradas. La ortosa constituye el 85,5 por 100 de la roca y algunas de las placas están completamente desmanteladas por la acción metamórfica de la sílice. Es curiosa una asociación ofítica observada en una parte, en la que los espacios que dejan entre sí una

serie de fibras entrelazadas de muscovita están ocupados por el cuarzo.

Los grupos de pegmatitas recogidas en el macizo de la estación del ferrocarril son de sumo interés, por mostrar las acciones metamórficas que han actuado de una manera muy notable. Estos tipos establecen tránsitos entre las rocas francamente pegmatíticas y las de origen metamórfico manifiesto.

El tipo más ácido es bastante duro y tenaz con coloración oscura por la abundancia de cordierita, mica y granate, lo cual determina el carácter típico que presentan. Es rico en granos de cuarzo, pero le supera en cantidad la ortosa amarillento-rosada. También es rico en granate, que se localiza en ciertos puntos. Además de estos elementos llama la atención la abundancia de un mineral verde oscuro, cuya relación con los análogos de las pegmatitas anteriores es manifiesta. Este elemento, como la biotita, se dispone en lechos paralelos dentro de la roca.

La ortosa alcanza en esta roca el 46,8 por 100 y el cuarzo 45,2 por 100, existiendo en ocasiones entre ellos unas franjas constituídas por la asociación de laminillas de muscovita. No falta la biotita que contiene innumerables y pequeñas fibras de rutilo y esfena. Constituye el 2,8 por 100 de la roca y está alterada en un 1,3 por 100 de clorita.

Parece evidente que la sílice al actuar a alta temperatura y bajo la acción de grandes presiones sobre la ortosa y la clorita, ha determinado la individualización de la muscovita.

Dioritas. — Forman un potente filón que atraviesa el cerro de la Bastida, presentando la desagregación en bola.

Pórfidos. — Se encuentran diferentes variedades en las inmediaciones de Burguillos. Abundan los feldespáticos con gruesos cristales blanquecinos; los anfíbólicos de diversas proporciones en sus componentes, y otros en que la mica se aísla en plaquitas o formando estrellas. No son menores las varia-

ciones de color, habiéndolos rojizos, blanquecinos, azulados, negruzcos y pardos, con multitud de tonos claros y oscuros, encontrándose también el granatífero en fajas.

En los riscos de la Fuente Piojosa, a poca distancia a Levante del río Cedeña, se encuentra una masa de pórfido anfibólico oscuro envuelta por el granito.

El islote hipogénico de Camuñas es notable por el gran número de filones porfídicos y cuarzosos que atraviesan su masa, entre ellos uno que cruza por el pueblo con dirección E. 20° N., marcándose claramente sus crestones en el cerro de San Cristóbal y al E. del Armagillo, donde tiene dos metros de espesor. Está formado de cuarzo y baritina.

A kilómetro y medio de Camuñas cruza la carretera de Madridejos un dique de pórfido anfibólico y cuarcífero de cinco metros de potencia, y a 200 metros de éste soblesale otro filón de pórfido rojo cuarcífero, de 20 metros de espesor y casi paralelo. También entra en su composición una variedad amarillento-rojiza con agujas de anfíbol. En el contacto con el granito el feldespato se halla kaolinizado y el anfíbol convertido en clorita.

GRUPO BÉTICO-EXTREMEÑO

Badajoz

En Aljucén, en contacto con la gran mancha granítica de la zona de Montánchez y Mérida, aparece un pequeño batolito diorítico de forma irregular y dimensión máxima de dos kilómetros, estudiado no hace mucho por Vidal Box (352). Este afloramiento ofrece iguales caracteres que las dioritas de otras localidades de la provincia.

La roca ofrece un aspecto macroscópico francamente gra-

nitoide, distinguiéndose con claridad grandes cristales negruzcos de hornablenda, con su característica exfoliación, envueltos por masas blancas de plagioclasa en la misma proporción.

Al microscopio, con luz natural, se aprecia una textura típicamente granuda compuesta de hornablenda de color verde claro en cristales policroicos; labrador y bytownita frecuentemente anubarradas y con maclas polisintéticas; láminas escasas de biotita alterada, y como elementos accesorios, magnetita poco abundante, pequeños granos de apatito y algunos escasos de zircón.

Con frecuencia al recorrer la región se encuentran sobre las masas de diorita descompuesta algunas bolas de grandes dimensiones, sin alterar, muy duras y compactas.

Córdoba

En el arroyo de Valdelagrana, a un kilómetro al E. del río de las Yeguas, existe una diorita anfibólica que ha sido examinada por Carandell (355). Es una roca granuda de color verde y densidad 2,83 que en el microscopio ofrece textura granuda. Con luz natural se advierte un notable predominio de elementos coloreados, tenuemente verdosos, o amarillos que aparecen desflecados y aun fibroso-radiados. A veces presentan contornos geométricos bastante perfectos, y en algunas secciones, el doble sistema de estrías de crucero típicas de los anfíboles. Estos elementos verdosos, tan abundantes, están como cementados por una pasta transparente que a veces aparece anubarrada, especialmente en la zona de contacto con dichos elementos.

Como mineral muy notable y abundante, aparece la esfena en cristales de estructura zonar con estrías irregulares, y cuyo centro está ocupado por una materia incolora y transparente.

Con luz polarizada se reconocen la hornablenda y, como elemento feldespático, un plagioclasa, imposible de determinar por el estado de la roca. Además de la esfena existen, como especies accesorias, la magnetita y el óxido de hierro.

En la mancha hipogénica que desde Fuenteovejuna corre a Ovejo, abundan las pegmatitas, exploradas hasta hace poco casi exclusivamente como yacimientos de mica, cuya especie, distribuída sin orden definido en la masa eruptiva, se presenta a veces en concentraciones de positivo valor industrial.

La banda donde se encuentran las pegmatitas penetra, según Carbonell (278), en el término de Hornachuelos, por los orígenes del río Bembezar, corre por las aldeas de Piconcillo y Argallón, pertenecientes al término de Fuenteovejuna, y por el Sur de Villanueva del Rey pasa a las jurisdicciones de Espiel y Villaviciosa, donde se oculta en el contacto con el carbonífero.

En la vertiente occidental del cerro de Don Domingo, en la Alcubilla (Villaviciosa), la pegmatita ofrece un aspecto de roca macrogranitoide, cuyos elementos en orden de abundancia son: microclino, quizás ortosa y cuarzo. El feldespato, blanco o de tonos rosados, se presenta en grandes cristales con tendencia a orientarse en el sentido del eje mayor de las formas cuadrangulares. El cuarzo, blanco y translúcido, ha ocupado su lugar como consolidante de la roca. La mica, perteneciente al género muscovita, desaparece por completo en muchas zonas y se concentra en filoncillos o vetas de la masa principal.

Como elemento accesorio se ha reconocido la turmalina, que se presenta en forma de prismas hexagonales de color negro, y más frecuentemente con tintes verdosos muy oscuros. En general, los espacios que en un principio estuvieron ocupados por esta especie han quedado huecos merced a una rápida sobrefusión, y en una nueva emisión magmática se

rellenaron a gran presión por una pegmatita más micácea, por el feldespato, la cromita y otra sustancia compleja, con apariencias de serpentina descompuesta, que acaso sea una mezcla de restos de la turmalina descompuesta y de hierro cromado. Esta materia llega a agruparse en ciertos sitios con tendencia a constituir pequeños filones de color gris verdoso.

Jaén

En los alrededores de la estación de ferrocarril de Santa Elena, existe una banda granítica de uno o dos kilómetros de anchura, alineada de Oeste a Este, que se prolonga, aunque no mucho, por el valle que se observa desde la estación. La roca, según el estudio realizado por Meseguer (354), es homogénea, bastante dura, holocristalina, conservando los elementos sus dimensiones constantes. Está formada por cuarzo, ortosa, andesina y biotita, apareciendo como elementos accesorios apatito y zircón, y como secundarios magnetita y hematites.

El cuarzo se presenta en granos angulosos, blancos, con fractura irregular y brillo vítreo, formando áreas sinuosas que moldean los demás elementos. Ofrece inclusiones sólidas y líquidas. Los feldespatos constituyen la mayor parte de la roca; domina la ortosa opaca, blanca o gris, que se acompaña de andesina, formando maclas polisintéticas. La mica, de color negro, forma láminas elásticas fáciles de desprender con un cortaplumas; presenta algunas inclusiones de apatito, zircón y magnetita.

La plutonita debió consolidarse lentamente, y los diversos constituyentes cristalizaron sin detención del proceso, que debió realizarse de un modo continuo.

Los terrenos en que arma el granito han sido afectados por el metamorfismo, produciéndose efectos en armonía con la

roca encajante y con la proximidad a la masa endógena. A cierta distancia del contacto meridional de la mancha hipogénica, las pizarras silurianas se han llenado de manchas, cargándose de chialstolita a medida que se acercan al granito, y transformándose, por fin, en corneanas. Esta acción sobre los sedimentos ha tenido, desde luego, un carácter muy limitado, pues recorriendo el borde del isleo sólo se observan alteraciones poco importantes en los estratos del contacto, evidenciando que los fenómenos que siguieron a la inyección granítica se verificaron muy distintamente a como indican Rosenbusch y otros petrógrafos de la escuela alemana, según los cuales las aureolas metamórficas concéntricas llegan a producirse a partir del contacto con la masa endógena intrusiva.

Es verosímil que la plutonita se introdujera entre las pizarras en estado pastoso, actuando de modo análogo al señalado por Termier en sus investigaciones del macizo cristalino de Mont Pelvoux, fenómeno limitado que excluye la presencia de gases químicamente activos y pone de relieve una relativamente poco elevada temperatura del magma intrusivo.

El granito encierra en su masa fragmentos angulosos bastante grandes de las pizarras próximas, lo cual pone de manifiesto que el levantamiento eruptivo rompió las capas silurianas, asimilándolas en parte. Parece fuera de duda que el magma sufrió un enfriamiento parcial antes de atravesar dichas pizarras, siendo los esfuerzos orogénicos quienes determinaron la ascensión.

El granito de la zona de Andújar, en el cual arman los filones más interesantes de aquélla, ha sido estudiado por Alvarado (325). Es de textura porfídica, y en las Viñas está muy descompuesto y desagregado, mientras que hacia el santuario de la Virgen es más compacto y coherente, destacando grandes cristales de feldespato blanco sobre pasta rojiza. Cerca de Salas de Galiarda, la roca es gris, acentuándose

mucho la textura porfídica y destacando a simple vista grandes fenocristales de ortosa, que ofrecen con frecuencia la macla de Baveno.

Muy frecuente es también en el granito de esta región la textura gneísica, pues algunas variedades ricas en mica dorada y biotita en anchas láminas se desagregan fácilmente, tomando aspecto semejante al del gneis típico. Cerca del santuario y en sus inmediaciones septentrionales se presentan dos variedades distintas de pasta negra o rosada, ambas porfídicas, con grandes cristales de ortosa, y también aparece la variedad granitoide típica, de color gris, compacta y con elementos de mediano tamaño.

En la gran fractura de 17 kilómetros de longitud que siguiendo el rumbo medio E. 10° N., cruza desde la casa Viña de Jácome, próxima al camino viejo de la Virgen, hasta quedar recubierta, a Levante de la huerta del Gato, por los estratos horizontales del Trías; el granito de la caja, a veces anfibólico, es de dos micas, biotita y muscovita, presentando marcadísima textura porfídica con grandes cristales de ortosa, maclados según las leyes de Carlsbad y Baveno. Esto establece una sensible diferencia con el granito de Linares, más compacto, de textura holocristalina y sin grandes cristales individualizados, en el que domina casi exclusivamente la mica negra, y la ortosa acompaña al microclino.

El islote granítico de forma elipsoidal que aflora a tres kilómetros al NO. de la citada ciudad de Linares, es famoso hace largo tiempo por el número e importancia de los filones de galena que encierra.

Del conjunto de las observaciones efectuadas por Alvarado (305) en diferentes puntos, resalta la poca variedad de elementos accesorios, pareciendo notarse mayor abundancia de biotita en las muestras procedentes de zonas ricas en galena.

La roca de la mina «Arrayanes» es un granito muy basto compuesto de gruesos elementos de dimensiones semejantes entre sí, duro, con fractura granuda-astillosa, color blanco con motas negras y brillo desigual.

Al microscopio ofrece textura holocristalina; el cuarzo, bastante abundante, moldea los demás elementos que aparecen en cristales bastante grandes; domina la ortosa acompañada de oligoclasa y algunos cristales de microclino. A la biotita, ligeramente cloritizada, acompañan escasos cristales de muscovita secundaria y algún grano de zircón.

En la zona Este del filón hacia La Laguna, el granito es de color de rosa y grano fino, ofreciendo una textura que tiende a la granulítica, pues el cuarzo tiende a individualizarse. Todos los fenocristales son relativamente de pequeñas dimensiones.

GRUPO PENIBÉTICO

Málaga

Una de las regiones más intensamente investigadas desde el punto de vista petrográfico después de publicarse la «Explicación del Mapa Geológico de España», de Mallada (218), ha sido la Serranía de Ronda, que desde 1914 a 1917 fué objeto de un detenido estudio por Orueta, con la colaboración de E. Rubio, cuyo resultado fué la Memoria titulada «Estudio Geológico y Petrográfico de la Serranía de Ronda» (279).

En este trabajo se confirma lo estudiado ya anteriormente por Macpherson (84, 87), Michel-Lévy y Bergeron (160, 170), respecto al origen de las serpentinas de aquella zona. Aseveración que más tarde volvió a repetir Macpherson (117), pero sin llegar a descubrir que la Serranía era una enorme masa de rocas hipogénicas de la serie peridótica, en la cual estaban re-

presentados todos los tipos de esta familia de rocas básicas con una abundancia realmente poco frecuente.

En efecto: las masas hipogénicas de peridotitas de la Serranía de Ronda, constituyen el rasgo dominante de la región (que ha fijado en ella la atención de los geólogos y ha dado lugar a más discusiones y controversias). Tal vez no existe en la parte geológicamente conocida del mundo, una masa eruptiva de rocas peridóticas tan enorme como la que nos ocupa, que se componga de rocas tan diversas, dentro del grupo peridótico, y que haya dado lugar a fenómenos metamórficos tan interesantes y tan variados.

Cuatro grandes afloramientos y multitud de otros más pequeños aparecen en la Serranía. El mayor, al que llamaremos para abreviar, «masa principal», comienza cerca del camino que conduce desde Casares a Estepona, a tres kilómetros al NE. del primer pueblo citado. Se eleva rápidamente a 1.449 metros sobre el mar en la cumbre de los Reales de Genalguacil y forma la totalidad de la montaña de este nombre, que se extiende desde el valle del río Almarchal hasta cerca de Estepona. Sigue luego en dirección NE., conservando siempre una cota superior a 1.000 metros, y cubriendo casi por completo la falda Sur de la Serranía desde Estepona al río Verde, llega en dirección NO. hasta más allá de la divisoria entre el Genal y el mar. En el valle superior del río Verde, se estrecha un tanto y baja de nivel, pero, pasando el río, vuelve a elevarse, forma la sierra llamada Parda, y termina junto al pueblo mismo de Tolox, a orillas del río de los Horcajos.

La masa así descrita, mide una longitud de 39 kilómetros entre sus dos extremos SO. y NE., y una anchura máxima de 16 entre el puerto del Chaparral y el curso inferior del Guadalmanza. Su anchura mínima es de tres kilómetros y corresponde al valle superior del río Verde, como ya se ha indicado. Salvo algunos manchones de gneis y dolomía estrato-cristali-

nos, empotrados en su falda Sur, la masa eruptiva es continua de un extremo a otro, y pueden caminarse a lo largo de ella los 39 kilómetros mencionados sin pisar otras rocas que las peridotitas y sus derivadas.

La masa, en su conjunto, tiene la forma de una elipse, cuyo eje mayor se orienta de SO. a NE. Llama a primera vista la atención el contraste entre sus bordes NO. y SE. En el primero, el contorno es continuo, o ligeramente ondulado, y el contacto con el terreno estrato-cristalino que la envuelve es brusco y limpio, con pocas entradas de dicho terreno en la roca eruptiva. Por el contrario, el borde SO. aparece extraordinariamente festoneado, y el gneis y la dolomía penetran profundamente en muchos sitios dentro de las peridotitas, originando el complicadísimo contacto que se ve en el mapa. Más adelante hablaremos de las causas probables de esta diferencia entre los dos bordes.

La cumbre de la divisoria entre el Genal y los ríos que desembocan directamente en el Mediterráneo, está formada por la roca eruptiva desde la cumbre de los Reales hasta el cerro de Abanto, con la sola excepción del valle superior del Guadalmanza, en el que hay una entrada de gneis (lomas de Haldon) que pasa a la vertiente SE. Las depresiones del valle del Genal y su prolongación del valle del Turón, orientadas de SO. a NE., limitan la zona hipogénica. Al NO. de ellas no existe ningún asomo de rocas eruptivas, y éste es uno de los rasgos en relación con la importante falla que corre a lo largo de dichos dos valles.

La masa principal eruptiva está en contacto con el gneis y la dolomía estrato-cristalina en todo su perímetro, a excepción de una parte de su borde Norte, en el que se apoya en las calizas del gran macizo de la Torrecilla, desde la cuesta de la Laja (nacimiento del río Verde), hasta el río de los Horcajos. También en los alrededores de Tolox hay un espacio de unos

seis kilómetros en el que el contacto está cubierto por las pizarras de la base del cambriano subyacente al gneis, y las micacitas del tramo superior del estrato-cristalino. El manto plioceno de la costa ha debido cubrir el contacto en casi toda su extensión hasta en época muy reciente, porque con frecuencia se encuentran pequeños manchones de rocas pliocenas fosilíferas encima de la eruptiva, a corta distancia de su borde meridional. La denudación ha arrastrado, sin embargo, a estas rocas tan deleznable en casi todo el borde, dejando descubierto el gneis y la roca eruptiva en contacto directo. Actualmente sólo en un punto, al E. NE. de San Pedro Alcántara, entre los ríos Guadalmanza y Guadalmina, puede observarse el contacto cubierto por el manto plioceno litoral.

Sierra de la Alpujata.— A la masa hipogénica principal sigue en importancia, por su tamaño, la de la Sierra de la Alpujata (1.020 metros de cota máxima), que se extiende desde el pueblo de Ojén hasta el puerto de Gómez, distantes entre sí 14 kilómetros. La anchura mayor de esta masa es de siete kilómetros entre el río de Ojén y la vertiente Norte de la Alpujata. Su forma ofrece particularidades notables. Desde luego se observa que, análogamente a la masa principal, la de la Alpujata tiene su borde Norte poco sinuoso, y muy festoneado el opuesto, y se extiende, como aquélla, sobre la falda Sur de la sierra, cuando apenas pasa la cumbre en dirección Norte. Su forma general es alargada en sentido Este a Oeste, y en su extremo oriental presenta a modo de una bifurcación, cuya rama Sur se extiende en forma de ancho dique hasta cerca del pueblo de Mijas, y la Norte penetra en la Hoya de Málaga, prolongándose probablemente bajo el plioceno de Alhaurín, para volver a aflorar en el pequeño macizo de Sierra Gorda, cuya composición petrográfica es idéntica a la del extremo Norte de la Sierra de la Alpujata.

Las dos masas hipogénicas principales están separadas por

el gran macizo estrato-cristalino de Sierra Blanca, en el cual se encuentran los fenómenos de metamorfismo más importantes de la Serranía. Esto, y la serie de pequeños afloramientos peridóticos que bordean a Sierra Blanca por el Norte (camino de Istán a Monda, Casa de la Sepultura, etc.), hacen pensar en una continuidad de la masa eruptiva por debajo del estrato-cristalino, hipótesis que veremos apoyada por hechos análogos en otras regiones de la Serranía.

El macizo de la Alpujata está rodeado también por estrato-cristalino y cambriano en todo su perímetro, salvo en el puerto de Gómez y alrededores de Alhaurín el Grande, donde la brecha pliocena cubre el contacto en una extensión de tres kilómetros.

Sierra de Aguas. — El tercer asomo de peridotitas es el de Sierra de Aguas entre el Chorro, Carratraca y NO. de Alora. Su forma es la de una S muy cerrada, y su mayor longitud llega a 10 kilómetros entre el cortijo de Bombichar (entre El Chorro y Alora) y la falda oriental del Tajo del Grajo, al Sur de Carratraca. Su máxima anchura es de cuatro kilómetros y corresponde a la parte central. La Sierra de Aguas, formada en su totalidad por la roca hipogénica, alcanza una cota de 949 metros y es la última manifestación de esta roca en dirección NE. Toda ella está rodeada por rocas estrato-cristalinas, recubiertas en algunos sitios por el numulítico y el plioceno.

Sierra de la Robla. — Sigue en cuarto lugar el asomo de la Sierra de la Robla, bastante más pequeño que los anteriores, y que se eleva a 582 metros, formando una prominencia aislada en la Hoya de Málaga, entre Casarabonela y La Pizarra. Su forma es la de un elipse bastante regular, con su eje mayor de cinco kilómetros de longitud, orientado de Este a Oeste, y con una anchura máxima de dos kilómetros. Todo el borde Norte está en contacto con los gneis del estrato-cristalino inferior, y

todo el borde Sur, con areniscas numulíticas y margas pliocenas.

Afloramientos menores. — Si se examina el mapa geológico, se verá que entre el extremo NE. de la masa principal y el macizo de la Sierra de Aguas afloran multitud de pequeñas masas de roca hipogénica; la principal es la Sierra de la Robla, siguiendo después la que se ve entre Yunquera y Alozaina y las que hay entre este último pueblo y Casarabonela, y Carratraca. Puede decirse que todo el intervalo entre la masa principal y Sierra de Aguas está jalonado por asomos de roca eruptiva de la misma composición petrográfica que la de aquellas; y esto, unido a la relación ya señalada entre la masa principal y la de la Alpujata, hace pensar en la continuidad de la roca hipogénica en profundidad, o, cuando menos, en un fenómeno eruptivo único y contemporáneo para todos los asomos descritos.

Naturaleza de las rocas. — Expuestas la forma, dimensiones y distribución de los macizos eruptivos, pasemos a ocuparnos de la naturaleza de las rocas que lo forman y de su distribución petrográfica, datos que han de servir de base para algunas deducciones posteriores.

Los primeros autores que se ocuparon de la Serranía, desde Maestre (33) a Alvarez de Linera (45), llaman indistintamente pórfidos o serpentinas a las masas eruptivas en cuestión. Ya Linera, en sus últimas obras, precisa más, y afirma que se trata de una serpentina en la que existen cristales de dialaga, broncita y mica dorada; pero añade después otros minerales, como la estaurótida y la distena, que no existen en las peridotitas y sí en los lentejones de gneis empotrados en ella. Hay que reconocer, sin embargo, que Alvarez de Linera observó bien, y que los dos primeros minerales citados, se encuentran muchas veces en las rocas superficiales de la masa eruptiva, rodeados de serpentina secundaria y son fácilmente visibles con una

lente de bolsillo, único medio de observación de que Linera disponía.

Orueta Aguirre (106) y Macpherson siguen la corriente establecida, y llaman serpentina a la roca eruptiva, que describen minuciosamente. Macpherson, en una obra que ha pasado a ser clásica (87), expone la formación de la serpentina por hidratación del peridoto, detallando admirablemente todas las fases del proceso y sus probables causas; pero insiste en afirmar que la masa entera se ha hidratado, transformándose en serpentina, y supone, como es natural, que primitivamente dicha masa estuvo formada por una roca básica en la que predominaba el peridoto, mezclado a veces con minerales accesorios, principalmente piroxenos ortorrómbicos y monoclinicos. Sin embargo, en época posterior (1879) publicó Macpherson un libro interesante como pocos (117), en el que, si bien no modifica su manera de ver, apunta, no obstante, parte de la verdad. Describe en este libro, entre otras muchas rocas, varias peridotitas y piroxenitas, cuya composición petrográfica tal y como la detalla el autor, corresponde exactamente con la de las rocas fundamentales de las masas hipogénicas de la Serranía. Pero Macpherson insiste en su idea de considerar a estas rocas como simples accidentes, o pequeños restos de la roca primitiva «empastados en la colosal masa de serpentina como los cantos glaciares en el barro de una morrena», siendo así que, como después veremos, sucede, en realidad, todo lo contrario. Es seguro que si Macpherson hubiese vuelto a la Serranía después de haberse establecido en Madrid, hubiera rectificado su opinión; pero al escribir este libro hubo de valerse del poco material que conservaba y del recuerdo, ya lejano, de sus primeras expediciones.

Vinieron después (1885) los geólogos franceses a estudiar la región, entre ellos el célebre petrógrafo M. Michel Levy, y por premuras del tiempo se limitaron a recorrer tan sólo el

borde oriental de la masa principal, desde Istán al río de los Horcajos. Las rocas recogidas en este trayecto aparecen admirablemente descritas e ilustradas en el estudio publicado por los Sres. Michel Levy y Bergeron (170). Estas rocas las clasifican suponiendo que la masa entera de la Serranía está formada por ellas mismas, siendo así que en realidad la composición petrográfica determinada sólo es aplicable a los bordes de la masa, y en manera alguna al centro de la misma, que nos consta no fué recorrido por estos petrógrafos, cosa, por cierto, muy de lamentar, porque, de haberlo hecho, es seguro que la verdadera naturaleza de las rocas hipogénicas hubiera sido desde entonces perfectamente conocida. Tratan también de la serpentina, abundando en las ideas de Macpherson sobre su proceso de formación.

Posteriormente, la Comisión española para el estudio de los terremotos, en la breve descripción geológica que hizo de la región, sigue la idea de los geólogos franceses y llama noritas y lertzolitas a las rocas hipogénicas, representándolas en el mapa geológico de España con este título.

Por último, los geólogos italianos Taramelli y Mercalli (171), siguen el parecer de Macpherson en cuanto a la naturaleza de las rocas, a las que llaman también serpentinas, y difieren de dicho parecer en cuanto a su origen.

Así, pues, antes del estudio de Orueta y Duarte (279), las opiniones respecto a la naturaleza de las rocas hipogénicas que constituyen el macizo de la Serranía de Ronda eran dos: una, la de que se trataba de colosales masas de serpentina con restos poco importantes de peridotitas primitivas; otra, la de que dichas masas eran de noritas y lertzolitas.

El referido estudio de Orueta ha venido a esclarecer por completo esta cuestión.

Las masas hipogénicas de la Serranía están compuestas de peridotitas ultrabásicas y básicas en perfecto estado de con-

servación y de pureza. Estos dos tipos de rocas son los dominantes en aquellas masas y forman la casi totalidad de las mismas. De un modo general, puede decirse que en las zonas marginales de cada uno de los grandes asomos, hay una aureola de rocas menos básicas que las peridotitas centrales. Entre estas rocas se encuentran las noritas, las lertzolitas, los gabros y otras, en las que la presencia de álcalis, silicatos de alúmina y aun a veces sílice libre, disminuye la basicidad. Cierro que estas aureolas miden en algunos sitios un kilómetro o más quizás de anchura, pero téngase presente la enorme magnitud de los asomos, y se comprenderá que esta anchura es, en realidad, la que corresponde a una aureola marginal y está en relación con lo que se observa en asomos similares de otras partes del mundo, mucho más pequeños que éstos. De un modo general también, puede decirse que, rodeando a la aureola de noritas y lertzolitas, viene otra de serpentina, y que ésta a su vez se acentúa en los que podemos llamar asomos marginales, como la Sierra de Aguas, la de la Robla, el extremo oriental de la Sierra de la Alpujata y el occidental de los Reales de Genalguacil. Además, en todas las masas existen multitud de venas y venillas de serpentina, algunas de las cuales miden bastantes metros de espesor, y que se localizan en las zonas de fractura de la primitiva roca peridótica. Por último, verdaderos filones de rocas ácidas son frecuentes en las peridotitas.

Tal es la composición general de las grandes erupciones de la Serranía. Hay un fenómeno en ellas que explica fácilmente el error de los que han llamado serpentina a todo el conjunto. Consiste en que las peridotitas básicas son rocas que se alteran con suma facilidad en su contacto con los agentes atmosféricos. El peridoto se hidrata y transforma en una serpentina especial con mucho óxido férrico, que tiñe a la roca de un color pardo rojizo, característico de aquellas mon-

tañas. Los piroxenos, si los hay, se descomponen menos, y sus cristales brillantes quedan empastados en la masa amorfa de serpentina. Se forma así una costra superficial, que a veces mide hasta un metro y más de espesor, bajando rara vez de un decímetro, que recubre invariablemente a todas las peridotitas, y, por consiguiente, el observador que se limita a desprender con un martillo un trozo de un crestón, verá que este trozo es de serpentina, y, como consecuencia, se verá inclinado a generalizar y presumir la composición de la serpentina a la masa entera; pero si en vez de un martillo, emplea una maza pesada y destruye el crestón hasta cierta profundidad, encontrará bajo la costra parda y amorfa de serpentina una roca cristalina de color verde oscuro, que será una dunita o una harzburgita, u otra similar, esto es, la roca hipogénica primitiva. Esta no se encuentra nunca pura sino a cierta profundidad, sobre todo cuando se trata de rocas ultrabásicas, pues mientras más peridoto contiene, más fácilmente la alteran la lluvia, la nieve y el sol. Esto explica la opinión de Macpherson y la de los que antes y después de él han dicho que aquellas rocas eran serpentinas.

Distribución de las rocas. — La distribución exacta de las diversas rocas hipogénicas dentro de cada macizo, no es cosa fácil de realizar. Exigiría, en primer lugar, mucho tiempo, todo el necesario para recorrer casi paso a paso cada uno de los afloramientos. Pero la principal dificultad estriba en que la separación petrográfica de cada especie de roca no es posible aquí, sencillamente porque no existe. En efecto: el paso de una roca a otra se verifica por tránsitos insensibles, encontrándose multitud de tipos intermedios entre ellas. Por ejemplo, entre las dunitas (olivino y espinela) y las piroxenitas (piroxeno y espinela) hay multitud de rocas con proporciones variables de olivino y piroxeno, que no pueden ni deben considerarse como especies fijas, sino como tipo de tránsito. Al

estudiar la Serranía, vemos manifestarse con excepcional claridad el aserto de los petrógrafos modernos, de que las rocas no son especies naturales, sino mezclas de minerales en proporciones muy variables. No se puede, pues, establecer límites, y sólo de un modo general de conjunto puede expresarse la composición petrográfica de la erupción aquélla. Es ésta la que indicamos antes: predominancia casi total de rocas ultrabásicas en las zonas centrales, aureola irregular de rocas menos básicas, envolviendo a las anteriores, y serpentinización muy avanzada en las zonas marginales.

Clasificación. — Las rocas hipogénicas en masa, que denominamos así para distinguirlas de las rocas en filón o filonianas que las atraviesan en la Serranía, pueden considerarse agrupadas como indica el siguiente cuadro, establecido según el orden de basicidad decreciente:

Tipo ultrabásico. Sin alúmina ni álcalis.

Dunitas. — Olivino y espinela (cromita).

Harzburgitas. — Olivino, espinela (cromita o picotita, casi siempre la primera) y un piroxeno ortorrómbico (enstatita o broncita).

Piroxenitas (enstatitas y broncitas). — Piroxeno ortorrómbico y una espinela sin olivino.

Tipo básico. Con algo de alúmina. Sin álcalis.

Lerzolititas. — Olivino, piroxeno ortorrómbico (enstatita o broncita), piroxeno monoclinico (dialaga) y espinela picotita. Mineral dominante, el olivino.

Piroxenita dialaguita. — Piroxeno monoclinico (dialaga), olivino y picotita. Mineral dominante, la dialaga.

Websterita. — Piroxeno ortorrómbico (enstatita), piroxeno monoclinico (dialaga) y espinela (picotita), sin olivino.

Tipos menos básicos. Con alúmina y álcalis. A veces algo de sílice libre.

Noritas. — Piroxeno ortorrómbico (enstatita), piroxeno monoclinico (dialaga), olivino, espinela (picotita o pleonasto), un feldespatos calcosódico (anortita o labrador) y a veces mica negra (biotita). Predomina el piroxeno ortorrómbico.

Gabros. — Piroxeno monoclinico (dialaga), olivino, feldespatos calcosódico (labrador) y a veces granos de cuarzo.

A estos tres grupos hay que añadir las serpentinas derivadas de cada una de las rocas del cuadro, por hidratación superficial e hidrotermal.

Tiene dicho cuadro por principal objeto mostrar el tránsito progresivo desde la roca más básica, dunita, a rocas como algunos gabros, en los que a veces hasta existe sílice libre. Servirá, además, para ordenar el estudio petrográfico. Pero repetiremos lo indicado antes: no pueden separarse en la Serranía ni un grupo ni otro, ni tampoco las diversas rocas entre sí, cual si fuesen tipos específicos distintos, porque cada una de ellas pasa a la siguiente por tránsitos insensibles en la composición mineralógica. Por ejemplo, en una dunita aparecerán un pequeño cristal o dos de piroxeno ortorrómbico, indicando así el paso a la harzburgita, y la proporción de este mineral irá aumentando progresivamente hasta llegar a una roca constituida casi exclusivamente por dicho piroxeno, en cuyo caso esta roca será una enstatita o una broncita (según el piroxeno de que se trate) y el olivino habrá pasado a ser un mineral accesorio. Del mismo modo, entre el grupo primero y el segundo, hay rocas de tránsito, intermedias entre las harzburgitas y las lerzolititas, en las que el piroxeno monoclinico sólo aparece en mezclas con la enstatita, sin presentarse todavía en cristales independientes como en las verdaderas

lerzolitas. Otro tanto sucede con las demás rocas, y entre los grupos segundo y tercero. Las rocas peridóticas de la Serranía forman, pues, una serie natural y continua que abarca desde las más básicas a las menos de la clase, estando representados en dicha serie todos los tipos intermedios posibles.

A continuación exponemos los rasgos más importantes de cada roca y aquellos puntos en que aparece más caracterizada.

Dunitas. — Están compuestas exclusivamente de olivino y cromita, con gran predominio del primero de estos minerales. Generalmente son de grano uniforme y pequeño, homogéneas, compactas, ligero brillo y color verde muy oscuro. Estas rocas aparecen invariablemente recubiertas de una costra de serpentina de un espesor por lo menos de 10 centímetros, y que llega a veces hasta un metro. Dicha costra es de color pardo rojizo y más blanda que la roca pura.

Existe en Sierra Parda y las vertientes orientales del Cerro del Real del Duque, una variedad de dunita que, por su aspecto externo, difiere un tanto de la que hemos descrito. El color verde oscuro tiende a tomar tonos pardos, el brillo es un tanto vítreo, y la fractura pasa a concóidea. Con la lente no se distinguen en ella los cristales de olivino, apareciendo en su lugar una masa homogénea salpicada de granos negros de cromita. El examen microscópico muestra, como más adelante veremos, que ambos tipos de dunita tienen idéntica composición mineralógica, aun cuando su textura sea bastante diferente. Esta variedad, que podría llamarse vítrea, es bastante escasa, y sólo se ha encontrado en los dos sitios indicados y en la vertiente Sur de la Sierra de la Alpujata. Aparece en contacto íntimo con la primera variedad y en las grandes zonas de fractura de la masa hipogénica, cual si hubiera sido producida por una compresión grande o frotamiento enérgico de la dunita normal.

Distribución. — Las dunitas, en unión de las harzburgitas,

son las rocas peridóticas que más abundan en la masa hipogénica. Puede decirse que las tres cuartas partes de ésta son de dunitas y harzburgitas, con marcada predominancia de estas últimas. Las grandes masas de dunitas y harzburgitas deben estudiarse de preferencia en la parte de la cordillera principal, comprendida entre el Cerro del Porreón y el de Abanto, en las Sierras Palmitera, del Real y Parda, en las vertientes meridionales de la Sierra de la Alpujata y en el centro de Sierra de Aguas, donde quedan todavía bastantes restos de las rocas primitivas.

Aspecto de las sierras duniticas. — Las montañas de dunitas tienen perfiles y estructuras que difieren un tanto de las en que predominan las lerzolitas y noritas. Siendo tan uniforme como es la composición de las dunitas, e hidratándose con tanta facilidad como se hidrata su mineral dominante, natural es que la denudación atmosférica desgaste a estas montañas rápidamente y por igual. Así sucede, en efecto, y las cumbres de la cordillera que va desde los Reales de Genalguacil a Abanto es buen ejemplo de ello, por la suavidad de su perfil y lo redondeado de sus cerros. En cambio, la cumbre de los Reales y la Cresta de la Alpujata, en las que predominan las noritas y lerzolitas, más resistentes al desgaste, son más festoneadas y de perfil más agudo.

Diaclasas. — En las vertientes abruptas, desprovistas de vegetación, puede observarse con frecuencia una estructura especial de las rocas duniticas. Se caracteriza esta estructura por tres series de planos de rotura o diaclasas, que se cortan bajo ángulos de 75 a 80 grados y dividen a la masa en gigantescos romboedros, bastante regulares, que cuando la pendiente se acentúa se separan unos de otros, formándose un intrincado laberinto de grietas y bloques que dan a estos barrancos el aspecto de un colosal derrumbamiento. El trozo del río Guadalmina comprendido entre la desembocadura del arro-

yo de la Alija y la del de Cortines, el curso superior del río de Ojén y las cañadas meridionales de los Cerros del Porrejón, Nicola y Canalizo, son sitios muy a propósito para observar esta estructura.

Harzburgitas. — Son rocas compuestas de olivino, piroxeno ortorrómbico, enstatita o broncita y una espinela, que casi siempre es la cromita y, a veces, la picotita.

Como se ve, conservan su carácter ultrabásico, pues los piroxenos ortorrómbicos son metasilicatos de magnesia y hierro sin alúmina. Así, pues, las harzburgitas siguen estando formadas exclusivamente por silicatos ferromagnesianos, y si por acaso hay algo de alúmina, es en la pequeña proporción en que la contiene la picotita.

Las harzburgitas de la Serranía aportan uno de los más demostrativos ejemplos de que las rocas no son especies naturales y sí mezclas de minerales en proporciones variables. En ellas se encuentran todos los tránsitos imaginables entre las dunitas y las piroxenitas ultrabásicas compuestas exclusivamente de enstatita o de broncita, y entre ambos términos hay dunitas en las que de trecho en trecho aparece un cristal de piroxeno. Otras en las que el olivino y el piroxeno entran en proporciones iguales, y otras en las que el olivino pasa a la categoría de mineral accesorio. Por esto, en la imposibilidad de establecer un límite fijo, consideraremos como harzburgitas a todas aquellas rocas que contengan olivino y piroxeno ortorrómbico, sean cuales fueren las proporciones en que ambos minerales entren, y reservaremos los términos enstatititas y broncititas para las rocas en que falte por completo el olivino, como hemos reservado el de dunita para las que no contienen absolutamente nada de piroxeno.

Consideradas así, son las harzburgitas, en unión de las dunitas, las rocas dominantes en la masa hipogénica de la Serranía; y aun nos atreveríamos a afirmar que la proporción

relativa de ambas se inclina del lado de las harzburgitas. Se encuentran éstas en toda la cumbre y laderas meridionales de la masa principal, en la región central de las Sierras de la Alpujata, de Aguas y de la Robla, y en muchos islotes aislados entre la aureola externa de serpentina. La separación sobre el terreno entre dunitas, harzburgitas y piroxenitas ultrabásicas es imposible, o por lo menos muy difícil de hacer. Las dos primeras rocas, sobre todo, alternan con mucha irregularidad y se mezclan entre sí dentro de áreas reducidas, pasando de una a otra con suma frecuencia. Parece como si el magma, al enfriarse, no hubiese tenido tiempo suficiente para una separación completa y total del piroxeno.

Trozos de una y otra roca son difíciles de clasificar a simple vista, sobre todo cuando la harzburgita contiene poco piroxeno. Cuando las proporciones de éste y de olivino son próximamente iguales, la cosa es más fácil. En este caso, la harzburgita es una roca cristalina de grano más grueso que las dunitas, porque los cristales de enstatita o broncita son siempre mayores que los de olivino, siendo frecuente ver en las fracturas de la roca láminas brillantes de tres a cinco milímetros, que corresponden al plano de cruceo dominante del piroxeno.

El color de las harzburgitas es también verde, como el de las dunitas, pero más claro, más brillante y no tan uniforme. Se observa también una ligera transparencia en los bordes delgados de las esquirlas pequeñas, cosa que no sucede nunca en las dunitas.

La densidad de esta roca es variable, puesto que la proporción de los dos minerales dominantes lo es también. Esta densidad, que en las dunitas no llega a 3, excede siempre de esta cifra en las harzburgitas, llegando hasta 3,2 en aquellas en que la proporción de piroxeno iguala a la de olivino.

La composición química de esta roca no nos dice nada,

porque varía con la proporción de piroxeno. El análisis de ella sólo sirve para cerciorarnos de que no contiene alúmina, sino las contadas veces en que aparece la picotita en vez de la cromita. Para esta comprobación, lo mejor es triturar un trozo de roca, separar la espinela por lavado y analizarla.

También la harzburgita se serpentiniza por la acción atmosférica y se recubre de una costra gruesa de serpentina de color pardo. Cuando la roca contiene poca proporción de piroxeno, el aspecto y caracteres de la costra son idénticos a los de la que recubre a las dunitas; pero cuando la cantidad de piroxeno iguala o supera a la de olivino, la costra de serpentina aparece erizada de cristales semidescompuestos de enstatita o broncita, debido a que estos minerales se serpentinizan con más lentitud que el olivino, el cual, una vez hidratado, es fácilmente arrastrado por las aguas y deja en relieve a los cristales de piroxeno en él empotrados. Este aspecto especial de la superficie de la costra se ve en muchos sitios de la Serranía, especialmente en la bajada del puerto del Chaparral a los Baños de la Corcha, en el trayecto entre los puertos del Estercal y la Laguna, y en la falda septentrional del Cerro del Porrejón.

La harzburgita, tallada en sección transparente, muestra a primera vista los dos minerales dominantes: el olivino y la enstatita. Fijándose un poco se ven también algunos pequeños granos de cromita.

El olivino se presenta en estas rocas con los mismos caracteres ópticos que en las dunitas, pero sus granos son, en general, más pequeños y tiende siempre a envolver a los de enstatita y aun a penetrar por los bordes de éstos, corroyéndolos y dándoles un contorno irregular y festoneado. Concuera esto con el orden de consolidación del magma peridótico. Los piroxenos en esta roca han cristalizado antes que el olivino, y éste, al estado pastoso, todavía ha podido

disolver, en parte, a los cristales ya formados del primer mineral.

La cromita ofrece también idénticos caracteres que en las dunitas, y por esto, para no incurrir en repeticiones, ceñiremos la descripción mineralógica a los piroxenos ortorrómbicos y a la picotita.

Piroxenitas ultrabásicas. — Las últimas rocas del primer grupo se derivan de las harzburgitas por la progresiva disminución del olivino y gradual predominancia del piroxeno. El límite es una roca compuesta de enstatita, broncita, o las dos, y de la espinela picotita, con granos de cromita a veces. Se han encontrado los tres tipos: enstatita sola y espinela, broncita sola y espinela, y las dos mezcladas y espinela, siendo la más frecuente esta última.

Estas piroxenitas sin olivino son, sin embargo, muy raras en la Serranía, y más bien deben considerarse como rocas accidentales que como verdaderas constituyentes de las masas hipogénicas. Creyóse en un principio que podrían ser filonianas, pero después se vió que venían en masas de poco diámetro, intercaladas en los bordes de las dunitas y harzburgitas, y unidas a éstas por rocas de tránsito, en las que iba aumentando progresivamente la proporción de olivino. Los mejores sitios para escoger ejemplares de estas rocas son: el Cerro del Canalizo, en las laderas que caen al Guadalmansa; la vertiente Norte de los Reales de Genalguacil; el borde Noroeste de la Sierra de Aguas, y las lomas del Nicio, al NE. de Estepona.

Hay también en la Serranía filones de piroxenitas, pero de distinta composición petrográfica y muy diferente aspecto externo que las que ahora describimos. Se parecen éstas a las harzburgitas a primera vista. Su color es también verde, pero más claro y más brillante, el grano más grueso y la fractura francamente laminar, cubierta por las caras pulimentadas de los cruceros.

La densidad oscila entre 3,26 y 3,28, correspondiendo la primera cifra a las enstatitas y la segunda a las broncitas.

Examinadas al microscopio secciones transparentes de estas rocas, se ven uno o los dos piroxenos ortorrómbicos y la espinela con iguales caracteres que presentan en las harzburgitas. Tal vez los cristales de los primeros aparezcan algo menos corroídos que estas últimas, pero esta pequeña diferencia, cuando la hay, no es esencial, y depende de menores compresiones locales y quizás también de la ausencia del olivino.

Lerzolititas. — Son rocas compuestas de olivino; un piroxeno ortorrómbico, que puede ser la enstatita, la broncita, o las dos; un piroxeno monoclinico, que es siempre la dialaga, y una espinela: la picotita. El mineral dominante es el olivino, pero todos los demás entran en la roca en proporciones grandes.

Como se ve por esta composición, las lerzolititas, dentro de la serie peridótica de la Serranía, pueden considerarse como harzburgitas a la que se suma un elemento más, la dialaga, que aporta Ca y Al en forma de silicatos, y resta algo, por consiguiente, al carácter ultrabásico de aquéllas.

Los crestones de lerzolitita se distinguen a primera vista de los de dunitas harzburgitas en que son más ásperos, más dentellados y tienden a formar agujas y picachos agudos. Los trozos de roca arrancados de estos crestones tienen un facies particular, que consiste en estar cubiertos de cristales de dialaga, brillantes, angulares y de color pardo verdoso, que miden a veces hasta un centímetro de longitud y erizan la superficie de la roca cual los dientes de una sierra. Depende esto de que la dialaga es más resistente a los agentes atmosféricos que la enstatita y el olivino, y, al descomponerse éstos, son arrastrados por las lluvias, quedando en relieve los de dialaga. Sucede, pues, lo mismo que con las harzburgitas, pero en grado sensiblemente mayor.

La lerzolitita no descompuesta es una roca de textura cristalina y de elementos bastante mayores que los de las dunitas y harzburgitas. La fractura es irregular y aparece siempre cubierta de láminas brillantes, correspondientes a los planos de cruce de los piroxenos. Su color es también verde, pero ni tan oscuro ni tan limpio como en las otras dos rocas, y tendiendo a los tonos pardos. Los trozos delgados de lerzolitita son bastante transparentes en sus bordes, sensiblemente más que los de harzburgita.

La densidad varía con las relativas proporciones de olivino y de piroxenos. En la que podríamos llamar lerzolitita normal, con proporciones iguales de uno y de otros, la densidad oscila entre 3,2 y 3,3, y es, por tanto, casi la misma que la de las harzburgitas.

Su análisis químico sirve para demostrar la presencia de la alúmina y la cal de la dialaga. Pero como las propiedades ópticas de este mineral son características, dicho análisis resulta superfluo. La fórmula de la roca es variable con la proporción del piroxeno, y ésta cambia a su vez bastante de un ejemplar a otro, a veces en distancias de pocos metros.

Las lerzolititas ocupan, con las noritas y demás rocas del segundo y tercer grupo, una posición un tanto marginal dentro de las grandes masas hipogénicas. No quiere decir esto que no se encuentren lerzolititas en las partes centrales, pero son escasas y vienen en manchones pequeños. En cambio, en los bordes de las masas, cerca ya de los contactos con la caja, es la lerzolitita la roca dominante, y se encuentra en mayor proporción que las noritas, gabros y demás análogas. Los mejores sitios para estudiarla son: todo el borde occidental y septentrional de la masa principal, desde los Baños del Duque, en término de Casares, hasta el río Verde, el río de los Horcajos o de Alfraguara, en término de Tolox, la vertiente oriental de Sierra Parada y la septentrional de Sierra de la Alpujata. Tam-

bién se encuentran lerzolitas, aun cuando más descompuestas, en Sierra de Aguas y Sierra de la Robla.

La transformación en serpentina sigue un proceso un tanto diferente del de las dunitas y harzburgitas, y lo estudiaremos al tratar de la serpentización.

Esta roca ocupa el tercer lugar entre las hipogénicas en cuanto a la proporción en que entra a formar parte de las masas eruptivas. El primero lo ocupa la harzburgita, el segundo la dunita y el tercero la lerzolita, pero abunda mucho menos que las otras dos.

En sección transparente se destacan los cuatro minerales constituyentes: el olivino, la enstatita o la broncita, la dialaga y la picotita. Se ve desde luego que los trozos de piroxeno son mucho mayores que los de olivino, y que éste envuelve a aquéllos dentellando sus bordes como en la harzburgita.

La picotita es la única espinela que se encuentra en las lerzolitas; nunca se han hallado en éstas cromita ni pleonasto. Como los caracteres del olivino, enstatita, broncita y picotita son los mismos que los ya expuestos para las harzburgitas y dunitas, nos limitaremos ahora a describir la dialaga y las curiosas maclas que ésta forma con la enstatita. Indicaremos también los caracteres distintivos de los tres minerales dominantes en las peridotitas, que son: el olivino, los piroxenos ortorrómbicos y la dialaga, con objeto de facilitar la tarea de identificarlos.

Piroxenitas del segundo tipo. — Dialaguitas y Websteritas. — Se estudian juntas porque vienen constantemente asociadas en la Serranía, y porque ambas son rocas derivadas de las lerzolitas. Su composición petrográfica es:

Dialaguita = dialaga y picotita.

Websterita = dialaga, enstatita y picotita.

Ninguna de las dos contiene olivino, y las websteritas sólo se diferencian de las primeras en que entre los cristales de dialaga se intercalan algunos de enstatita.

Ambas rocas parecen proceder de una concentración de los piroxenos dentro de las masas de lerzolitas. El tránsito a estas últimas se verifica por una disminución progresiva del olivino, hasta llegar a desaparecer por completo. Sobre el terreno se comprueba esto. Cada vez que se ha encontrado una piroxenita de esta clase, se han visto próximos a ella crestosnes de rocas de tránsito, o sea de lerzolitas con menos olivino que las normales, y poco después, éstas últimas. Se presentan, pues, ambas piroxenitas con riñones o nidos de pocos metros de diámetro dentro de las lerzolitas, rodeadas por una faja estrecha de rocas intermedias entre aquéllas y éstas. El riñón mayor que se ha visto está a corta distancia hacia el Norte de la cumbre de los Reales de Genalguacil, en el extremo del llamado pinsapal grande. Las piroxenitas puras, que aquí son websteritas, forman un lentejón de unos 20 metros de longitud por seis u ocho de ancho, y la aureola de websterita con algo de olivino que lo rodea, escasamente mide tres metros. En la vertiente NE. de esta misma montaña, se han observado algunos otros manchones de websteritas y dialaguitas, pero muy pequeños. En la falda Sur de Sierra de Aguas existe uno de dialaguita de forma circular y cosa de 10 a 12 metros de diámetro; otro de la misma roca aparece al pie del cerro que se eleva al Sur del puerto del Robledal. Seguramente las habrá también en otros parajes de la masa hipogénica, pero son, de todos modos, rocas que sólo aparecen accidentalmente.

El aspecto de ambas es el mismo: cristalinas, de elementos grandes entrecruzados, con un color verde esmeralda oscuro y brillante, debido a los muchos planos de crucero que siempre hay en las fracturas. Son rocas muy tenaces y difíciles de partir con el martillo. Son también las más pesadas de todas las peridotitas de la Serranía, pues su densidad se eleva a 3,4.

Examinadas al microscopio, se ve su textura uniformemente cristalina y compuestas, en el caso de la dialaguita, de dialaga

y picotita, y en el de la websterita, añadiéndose a ellas algunos cristales de enstatita, pero siempre con marcado predominio de la dialaga. Los trozos de piroxeno tienen sus contornos muy irregulares pero no corridos, como en las rocas en que hay olivino. A veces están bordeados por gránulos pequeños, procedentes de la rotura de los trozos grandes al comprimirse unos con otros. La espinela es siempre la picotita y se presenta en la misma forma y proporción que en las lertzolitas. Abundan mucho las inclusiones de talco, pero en ningún caso las hay de feldespatos.

Como los caracteres de los tres minerales son los mismos que en las rocas que anteceden, prescindiremos de repetir su descripción.

Rocas del tercer tipo. — Noritas. — Están compuestas de olivino, enstatita, dialaga, una espinela que a veces es la picotita, y más frecuentemente el pleonasto y un feldespato calcosódico, que casi siempre es la anortita y raras veces el labrador. Como mineral accidental (no siempre presente), la biotita. El mineral dominante es unas veces el olivino y otras la enstatita. Esta última predomina sobre la dialaga, cuyo carácter, en unión de la textura y de la constante ausencia del cuarzo, diferencia a las noritas de los gabros y les da una composición algo más básica que la de éstos.

Son las noritas rocas de facies y textura muy diversas, dentro de la composición petrográfica antes indicada. Distan mucho de esa uniformidad de tipo y de ese tránsito paulatino de un tipo a otro que hemos visto como carácter constante en las rocas estudiadas hasta ahora. Ciertamente es que entre las lertzolitas y las que llamaremos noritas normales, puede señalarse un tránsito gradual, marcado por la presencia en las primeras de algunos cristales de feldespato, cuya proporción en la roca va aumentando progresivamente; pero aquí cesa la analogía, y ya dentro del grupo norítico, nos encontramos con rocas que sólo tienen

de común la composición petrográfica y difieren sensiblemente unas de otras en los demás caracteres esenciales, como son la textura, el tamaño de los elementos y, lo que es más importante todavía, la mutua relación de éstos en correspondencia indudable con su origen y orden de cristalización.

Sería tarea larga y un tanto superflua, la de describir tipo por tipo los innumerables de noritas encontradas en los bordes de las masas hipogénicas. Nos ceñiremos a tres de ellos, los más característicos y frecuentes, indicando de paso las variaciones más notables que se observan y que los relacionan con los demás. Son estos tipos los siguientes:

1.º El que podemos llamar norita normal, en el que los minerales han cristalizado con relativa independencia y en el orden habitual de consolidación. Corresponde este tipo al que Michel Levy y Bergeron describen con el título «norita anórtica con peridoto».

2.º El que llamaremos «norita porfídica», caracterizado por el enorme desarrollo de los cristales de dialaga maclada con enstatita y por una facies especial del feldespato.

3.º La «norita metamórfica», que llamamos así por ofrecer signos evidentes de un metamorfismo posterior a la consolidación de los minerales primitivos y que ha aportado además a la roca ciertos minerales accesorios.

Norita normal. — Es este tipo el más común y el que mejor muestra el tránsito entre estas rocas y las lertzolitas. Los caracteres de los minerales comunes a ambas son los mismos, y el orden de consolidación también. Con estos minerales: olivino, enstatita o broncita, dialaga, trozos maclados de esta última con la dialaga, picotita o pleonasto, y anortita, sustituida a veces por el labrador. Si se compara esta composición con la de las lertzolitas se ve que la norita que nos ocupa pudiera definirse como una lertzolita con feldespato, y esta definición concordaría con lo que las rocas mismas muestran sobre el

terreno, pues siempre que en él se encuentra una de ellas bien caracterizada, puede afirmarse de antemano que entre ella y las lertzolitas se encontrarán, a su vez, tipos de tránsitos con proporciones regularmente decrecientes de feldespatos. Continúa, pues, en estas noritas la serie peridótica, de basicidad decreciente, con la misma regularidad que entre las de los grupos anteriores, y casi nos atreveríamos a decir que en ellas termina, pues si bien los gabros, menos básicos aun que las noritas, pueden considerarse como el último término de dicha serie, son en cambio en la Serranía, rocas tan raras y de tan especial estructura, que tal vez fuera mejor considerarlas como aisladas e independientes del extenso grupo peridótico.

Respecto a esto de la posición que deben ocupar las noritas con relación a las lertzolitas, debemos consignar que no parece exacta la afirmación de Michel Levy y Bergeron. Según estos autores, las lertzolitas son un caso particular de las noritas, y más bien parece cierto lo contrario, si se tiene presente la enorme desproporción con que aparecen ambas. Ya hemos dicho que la lertzolita es una de las tres rocas fundamentales de las masas hipogénicas en toda ella. En cambio, la norita sólo aparece en determinados y relativamente escasos parajes de la zona marginal que envuelve a dichas masas, y entra, por consiguiente, en la composición de éstas en proporción incomparablemente menor que la lertzolita. Se explica esta apreciación de los citados autores, porque es una consecuencia lógica de su opinión sobre la composición general de la masa eruptiva, a la que consideran esencialmente compuesta de noritas.

Los mejores parajes para estudiar las rocas de este tipo son: la zona marginal Sur de los Reales de Genalguacil, en los valles superiores de los ríos Castor y Padrón; el borde meridional de la prolongación que forma el curso inferior del Guadalmanza; el río Alfraguara o de los Horcajos, paraje llamado Los Peñones, al Noroeste de Tolox; el borde septentrional del

cerro de Abanto. Se han encontrado también noritas de este tipo, pero bastante descompuestas, en el borde Norte y en el Sur (río de Ojén) de la Sierra de la Alpujata y cerca de Bombichar, en la falda oriental de la Sierra de Aguas.

Segundo tipo. — Norita porfídica. — Los mismos minerales que componen las noritas normales, salvo que la espinela es siempre el pleonasto, nunca la picotita, y que a veces hay algo de biotita como mineral accesorio. Enorme desarrollo de los cristales de piroxenos maclados. Forma especial de los feldespatos.

Sobre el terreno se distinguen en seguida estas noritas de las normales por su aspecto exageradamente porfídico. El color de la pasta o magma es pardo amarillento, su brillo vítreo muy marcado, y está salpicado de puntitos negros de pleonasto, cuyo mineral entra en estas noritas en proporción bastante mayor que en las normales. Esta pasta engloba grandes cristales (algunos de más de un centímetro) de dialaga maclada con enstatita y de dialaga y enstatita aisladas, que resaltan sobre la pasta por su color verde o verde amarillento.

Estos caracteres, sin embargo, no serían suficientes para separar a estas rocas de las anteriores, a no ser porque a ellos se suma otro muy particular referente al feldespatos. Se observa, en efecto, que todos los trozos de pleonasto están rodeados de una aureola de color blanco o agrisado, formada por un mosaico de cristales pequeños de feldespatos. Este hecho es general, y puede afirmarse que no se encontrará en las rocas de este tipo un solo trozo de pleonasto sin su correspondiente aureola feldespática. Unas veces tiene ésta tan poco espesor que apenas dibuja un borde blanco difuso alrededor de la espinela, otras, por el contrario, es muy ancha, con sus trozos cristalinos bien visibles, y el grano de pleonasto que envuelven es pequeño y un tanto redondeado en sus ángulos. Son frecuentes también los trozos de feldespatos de esa forma

irregular, que recuerda a la del pleonasto, en cuyo centro no se ve grano ninguno de este último. Parece entonces como si el trozo de espinela entero se hubiese transformado en feldespato.

Todo esto, unido al aspecto mismo del fenómeno, parece indicar una epigénesis del pleonasto en feldespato. Cabe perfectamente suponerlo así. Los elementos alúmina y cal de este último puede suministrarlos el pleonasto sometido a la acción de un agente hidrotermal energético. Esto nos llevaría a admitir la preexistencia de la espinela al feldespato, hecho que concuerda con el orden de consolidación de los minerales de las peridotitas y también con la posición siempre marginal que estas noritas ocupan en las masas eruptivas, pues la emergencia de mineralizadores que se debe verificar de preferencia por las soluciones de continuidad de dichas masas, es más probable que las haya en los bordes, en el contacto con las rocas de la caja, que en el centro macizo y compacto de la masa hipogénica. Por otra parte, es cosa harta sabida que la composición química de un mineralizador debe estar, y está, en relación con la de las rocas que atraviesa, y no debemos olvidar que las de la caja que envuelve a la roca hipogénica son rocas estrato-cristalinas ricas en feldespatos, y, por consiguiente, en alúmina y cal. Así como los gneis y micacitas estrato-cristalinas se cargan de minerales ferromagnesianos en las proximidades de las peridotitas, éstas deben cargarse, a su vez, de minerales más ácidos procedentes de aquéllos, y la reacción mutua de unas y otros deben manifestarse de alguna manera.

Norita metamórfica. — Compuesta de piroxeno ortorrómbico, labrador, biotita y espinela, y como minerales accesorios, cuarzo, silimanita, esfena, un mineral cloritoso, zircón y magnetita. Sin olivino. Esto último ha hecho dudar sobre si debía incluirse esa roca en la sección de las peridotitas, pero su in-

dudable analogía con las anteriores y su situación sobre el terreno han decidido por la afirmativa, siguiendo el mismo criterio que con las piroxenitas de los dos primeros grupos, que a veces tampoco contienen olivino.

La característica de esta roca es presentar signos evidentes de un metamorfismo energético. Los minerales están entremezclados unos con otros, corroyéndose mutuamente con numerosas inclusiones en las que a primera vista no parece notarse orden de prioridad. La textura especialísima de esta roca concuerda en todo con la que Sauet y Salomón llaman de contacto, en su variedad alveolar. Los minerales dominantes están redondeados, descompuestos en sus bordes esponjosos, perforados a modo de una criba y llenos de grandes inclusiones de otros minerales. Los granos que forman la pasta se agrupan en mosaicos irregulares que envuelven a cristales mayores, penetrando en ellos por muchos puntos. El nombre de textura en alvéolos o en panal se adapta, pues, muy bien a lo que muestra esta roca.

Se localiza en los bordes de las masas peridóticas y sólo en aquellos parajes donde los fenómenos de metamorfismo han sido excepcionalmente energéticos. Por ejemplo: en los alrededores del puerto de Ojén, en el contacto de las peridotitas con las calizas dolomíticas del cerro de la Fonfría, y entre las rocas de la caja de la bolsa de magnetita de Estepona. Parecen estar estas noritas en cierta relación con las calizas dolomíticas y dolomías estrato-cristalinas que alternan con los gneis, pues nunca se han encontrado en los contactos, donde sólo había gneis y faltaba la dolomía; pero este dato no debe considerarse como definitivo, pues tal vez un recorrido más minucioso de los contactos exclusivamente gnéisicos, daría por resultado encontrarlas también en ellos.

La roca en masa tiene un aspecto abigarrado, distinto de las estudiadas hasta ahora. Es de fractura muy irregular, blanda,

de color gris oscuro salpicado de puntos rojizos. Su densidad es de 2,7 a 2,8.

Gabros. — El Comité francés de Petrografía los define como: Rocas compuestas de feldespatos calcosódicos y de piroxeno monoclinico, con o sin olivino o biotita. Estas rocas son, por consiguiente, menos básicas que las noritas, por sustituirse en ellas el piroxeno ortorrómbico, sin alúmina, por el clinorrómbico, que la contiene. Textura holocristalina granuda. En la Serranía hay tres rocas que corresponden a esta definición: el gabro normal, el gabro con gabarros y el gabro filoniano con granates. Las tres tienen la misma composición mineralógica: dialaga, asociada a veces con algo, muy poco, de broncita; un feldespato calcosódico, anortita o labrador; poco o ningún olivino, y picotita. En algunos gabros aparecen englobados en la pasta grandes cristales de granate con curiosas epigénesis en sus bordes y simultáneamente algunos minerales accesorios, como la clorita. Hay otra porción de variedades comprendidas entre las dos primeras; pero, por la misma razón que invocamos al tratar de las noritas, nos ceñiremos ahora a describir las tres principales variedades: gabro normal, gabro con gabarros y gabro filoniano con granates.

Los gabros, sea cual fuere la variedad a que pertenezcan, se presentan asociados a las noritas y se localizan, como éstas, en los bordes de las masas hipogénicas. Los mejores sitios para recoger ejemplares de estas rocas son: la vertiente SO. de Sierra Parda, en la que ambas rocas forman una aureola bien determinada de unos 200 metros de anchura; la bajada desde el puerto de la Laguna al del Estercal, en el borde NO. de la masa principal, donde se presentan en asomos redondeados de 15 a 20 metros de diámetro, y la cuenca del pequeño arroyo de la Ovejera, en la vertiente Oeste del cerro del Porrejón. En general, este cerro y la inmediata Sierra de Jubrique, son ricos en gabros y

noritas, sobre todo en las proximidades de las rocas estratocristalinas de la caja.

Gabro normal. — Roca de textura cristalina con elementos de tamaño bastante uniforme, sin la tendencia que muestran las noritas a la textura porfídica. En la Serranía, esta roca está compuesta de dialaga, labrador, picotita y algo de olivino.

Su color es pardo amarillento, brillo un tanto vítreo y fractura irregular.

La dialaga en estas rocas rara vez está mezclada con la enstatita, y sus cristales tienen cierta tendencia a orientarse paralelamente unos a otros. Además, son en ella muy frecuentes las inclusiones de feldespato por los planos de cruceros h'. Estas inclusiones de feldespato tienen siempre forma de rosario dentro de cada plano de crucero.

Gabro en gabarros. — Esta roca suele presentarse en forma de pequeños lentejones dentro de los gabros normales. Su composición mineralógica es la misma, pero su textura es de grano más fino, de tamaño uniforme sin magma vítreo. Dentro de la masa se ven concentraciones formadas por los mismos minerales componentes, pero de tamaño aun más reducido, agrupándose en el centro de estas concentraciones o gabarros los cristales de olivino y feldespato, y en el borde el piroxeno y la espinela, lo cual hace que su color sea verdaderamente más oscuro en los bordes que en el centro.

Estos gabros con gabarros se distinguen fácilmente de los gabros normales por su aspecto externo, por ser rocas muy compactas y de grano tan fino que éste no se percibe más que al microscopio, lo cual hace que su fractura tienda a ser concóidea. Además, su color es pardo rojizo oscuro, a veces casi negro.

Gabro filoniano con granates. — Es una roca poco frecuente, de aspecto marcadamente porfídico y que se presenta en forma de filón o dique, siendo la única roca de esta familia que se presenta en esta forma.

Se puede ver un filón desde la falda NO. del cerro del Porreón, cortando el arroyo de la Ovejera, pasar por el cerro al puerto de la Laguna hasta la parte alta del arroyo de Rancho Frío, con una dirección NE. a SO. en su corrida.

Las rocas en que encaja este filón están constituídas por harzburgitas, dunitas, lertzolitas y noritas, que al ser más fácilmente alternantes permiten distinguir fácilmente su crestonaje.

El mineral dominante es la dialaga, el feldespató labrador es escaso, y las acompañan también el olivino y la picotita como en los demás gabros; pero lo que distingue a estas rocas es la gran abundancia de granates del tipo piropo, algunos de más de un centímetro de diámetro, que englobados en la masa les dan un carácter marcadamente porfídico.

Estos granates se han consolidado posteriormente al olivino, ya que es frecuente encontrar trozos de éste incluidos en el piropo.

Quedan así descritas las distintas variedades de rocas peridóticas que más o menos serpentinizadas constituyen el macizo hipogénico de la Serranía de Ronda. Debe hacerse notar que la serpentización tiene dos causas: los agentes atmosféricos y la acción de agentes hidrotermales de origen interno.

Los primeros han producido el recubrimiento por una costra de color pardo rojizo de serpentina, de espesor variable desde algunos centímetros hasta cerca de un metro, en todo el macizo hipogénico.

Los agentes hidrotermales, en cambio, han originado fenómenos de serpentización muy intensos, sobre todo en los bordes de las grandes manchas, constituyendo a veces verdaderas masas de serpentina, como, por ejemplo, en Sierra de Aguas, donde en el paraje denominado el Tajo azul puede apreciarse este fenómeno de completa serpentización que ha hecho desaparecer casi por completo los vestigios de las rocas originarias de donde estas serpentinadas provienen.

Sin embargo, separándose más y más de la zona exterior de estas grandes masas, se acaba siempre por encontrar rocas menos serpentinizadas en las cuales quedan vestigios de los minerales componentes que demuestran su origen peridótico.

Granada

Se encuentran asomos de pórfidos graníticos o de granitos gnéisicos, señalados por Sierra (321), levantando y plegando las capas triásicas y azoicas en los Prados de Villarreal, término de Busquistar, y en el cortijo de Miranda; filones o diques de la misma roca cortan las calizas triásicas en la vertiente SO. del cerrajón de Juviles, cerros del Fuerte y de los Riscos, en término de Timar.

Este granito gnéisico es una variedad del granito, compuesta de los mismos elementos, pero la mica se halla algo transformada en clorita y se presenta en pequeños cristales, así como el cuarzo. Toman, pues, la forma alargada de los cristales de feldespató las manchas de la roca blancuzco-amarillentas o azuladas, dándole la apariencia alargada o fibrosa del gneis.

En el término de Huéjar-Sierra y en el barranco de San Juan, existen también serpentinadas explotadas en canteras en tiempos antiguos. Son rocas de color verde oscuro, veteadas de negro, y se encuentran interstratificadas con las capas de cuarcitas rosadas.

Almería

Existen en esta provincia, además de las rocas volcánicas, que serán descritas en su lugar correspondiente, numerosos asomos de dioritas, estudiados por Sierra (321).

En Sierra Alhamilla, se presentan verdosas y descompuestas en término de Tabernas, en cerro Montero, al NE. del cortijo de D. José Meca, en la balsa de Cañuelo, en Turrillas y al Sur la cañada de Almazara.

Otras muy cuarzosas, semejantes al kersanton, atraviesan y perforan las rocas triásicas y del estrato-cristalino, advirtiéndose en los Baños tres filones o diques en lo alto del barranco del Rey y otros más en la falda Sur, hasta llegar cerca del barranco del Infierno.

En la Sierra de Gádor se hallan algunos asomos entre las areniscas y conglomerados triásicos o las pizarras del mismo terreno, en el cerro del Campillo, rambla del Torcal y cerca de Lucainena de la Alpujarra, donde aparecen asociados a los yesos. También se encuentran en el barranco de los Caballeros, en Alcolea, Presidio y Laujar, río Grande y barranco Alcora, el de los Pollos, cerca de la cortijada de los Madrileños, en Alhama, barrancos de Jorbina y del Higueral, cerro Castala y Berja.

Dioritas muy descompuestas se hallan en Lubrín, al NE. del cerro de la Torre, en las Majadas de Morata, siguiendo hacia NE. por los cortijos del Sacristán y el Plantonar hasta las proximidades de la cortijada de los Gatos.

En término de Sorbas, algunos afloramientos de dioritas más compactas, se encuentran formando otra corrida en dirección NE. por el cortijo de Agustín Palabras y el Pintamonas, y por el SO., llegan a la rambla del Garriao rompiendo las rocas terciarias como más al NE. asomaron entre las triásicas.

En la Sierra de los Filabres, se hallan dioritas con pórfidos graníticos en la Vuelta de Judas del río de Albánchez, casi cubiertas por los acarreos del barranco. La erupción ha levantado las pizarras micáceas y calizas cavernosas del triás en un anticlinal de dirección N.-S. Otros asomos aparecen en Macael, en los barrancos de Laraya y los Molinos; en el Mar-

chal y Macael Viejo, plegando las capas de mármol y calizas dolomíticas y metamorfolizando las calizas próximas, que adquieren estructura pizarrosa y color gris aplomado.

En término de Serón, se hallan afloramientos en el barranco Liar y en el Bochorno, cerro Layón, solana de las Menas y barranco del Albaricoque, y otros, descompuestos, en multitud de sitios y parajes.

En el término de Cóbdar, ya lindando con Lubrín, asoman las dioritas entre las micacitas en el cerro del Alamillo y solana de los Borregos.

En Alcudia, en el paraje de los Benalguaciles y loma de las Viñas, pasando por la solana de Camila y loma de las Zorreras al término de Tahal, hay, asimismo, un afloramiento bastante extenso entre las pizarras silíceas y cuarzosas, que forman en aquel punto la cumbre de la Sierra.

La roca de Bacares es una diorita augítica, y en el barranco de Layón existe otra micácea que corta las capas estrato-cristalinas y los sedimentos triásicos.

Abundan en toda la Sierra de las Estancias los afloramientos dioríticos que, juntamente con los de yeso, esteatita y talco, forman bolsadas y lentejones tan numerosos como poco extensos y profundos. Donde las rocas se presentan con tipos más normales es entre las pizarras azuladas de la parte NE. de la sierra denominada Serrata del Castellón, tanto en la vertiente Norte de los cerretes de Alfeita y barranco del mismo nombre, en los barrancos de la Peña y de la Monja, cuanto en la falda Sur de la Serrata que vierte aguas al barranco de Argente y del cerro del Castillo.

En el cerro de Retamar son unos pórfidos dioríticos granatíferos los que asoman en la ladera NO., cerca del barranco. Estos pórfidos se repiten más al Este, junto al barranco Charcos, en la ermita de San Gregorio y cerro Colorado, al Este de la carretera de Vélez a Puerto Lumbreras, y más al SE. de

dicho punto, pasando por el puerto de Vistar, donde la carretera comienza a descender por la cuenca del río Nogantes, se hallan repetidos afloramientos de diorita, tanto entre la carretera y el río como en las escarpas del barranco de Oliveros.

Por la vertiente Sur se hallan los asomos de diorita, con mayor afluencia en las proximidades de Lúcar, en la parte alta de la rambla de Camila, en los Marchales y su rambla, en Almaceda y cerro del Tesoro, en cerro Montrey y vertientes de la rambla de Urracal.

En el barranco del Chorrador se pueden ver, cerca del caserío de Cayuelas y al Este del camino de los cortijos de los Carrascos, otros afloramientos entre las pizarras blancuzcas y azuladas. Más al Sur, se repiten cerca de la rambla del Cabezo.

En la serrata de Limaria, también juntamente con los yesos de la rambla del Molino Nuevo, existen masas de dioritas algo descompuestas, y algunas convertidas en arcillas verdosas, en la margen Levante de la rambla.

En la zona Norte de la provincia se advierte una línea marcada de preferencia por los asomos de dioritas, únicas rocas endógenas encontradas. Esta línea es próximamente paralela al límite de los sedimentos triásicos o al eje del levantamiento anticlinal que pasa aproximadamente por la rambla Mayor.

Los asomos son numerosos en toda la vertiente Norte de loma de la Solana, y desde la rambla del Sabinar a la cañada de Lizarán, entre las margas irisadas, se hallan señales de su traza. Las dioritas están generalmente descompuestas y son arcillosas y de color verde suave, viéndose a las masas lenticulares asomar y extenderse por las laderas de las Torrenteras y Chorradora. En algunos puntos las rocas, compactas y duras, se hallan en buen estado de conservación, aunque siempre adoptando la misma forma lenticular.

Las dioritas ofrecen una textura variable entre la ofítica,

de grandes cristales en la masa de la roca, y la afanítica, en que casi desaparecen por completo los cristales de feldespato, asemejándose a las diabasas.

Compuestas de oligoclasa y hornablenda o augita como elementos esenciales, hállanse las dos variedades, que contienen como minerales accesorios hierro oxidulado, apatito, cuarzo y, algunas veces, clorita, calcita y epidoto. El color normal es el verde negruzco más o menos claro, según el estado de descomposición de los feldespatos.

Estos últimos se encuentran formando la pasta general en algunas dioritas de la Sierra de las Estancias y Sierra Alhambilla, pasta de color rosado, y blancuzca si contienen algún cuarzo. Los cristales de hornablenda se distinguen admirablemente a simple vista, viéndose sus agujas brillantes, asemejándose a un granito de mucha mica negra. Generalmente el aspecto es el de ofita, en que la masa oscura se halla cruzada en todas direcciones por los cristales rosados o amarillentos de los feldespatos calco-sódicos.

En algunos ejemplares de la Sierra de los Filabres se ven en la pasta núcleos o nidos de cristales de cuarzo que dan aspecto característico a la roca. Cuando contiene mucha clorita, la denominan roca verde (por su color característico), apareciendo casi siempre arcillosa y descompuesta.

Las dioritas de Bacaes tienen estructura granuda y color blanco verdoso, conociéndose perfectamente los cristales de feldespato, que forman la masa general, y los verdosos de augita. Deben contener algún cuarzo, pero no en gran cantidad, dada la tonalidad rosada de su fondo (que señala gran proporción de feldespato), y se ven cristallitos de hierro titanado y de piritita.

En el barranco del Loyón están formadas principalmente por feldespato, biotita y flogopita, cuyos cristales verdes y pardos se distinguen perfectamente en la masa.

Murcia

En la sierra de Cartagena, una gran parte de los numerosos apuntamientos que se reconocen en el cabezo del Almorchón y sus estribaciones, es decir, en los orígenes del barranco del Saltador, son indiscutiblemente dioritas, según expresa Guardiola (355), entendiéndose bien que tal nombre es el adoptado por el Comité francés de Petrografía, esto es, rocas de textura granuda constituídas esencialmente por un feldespato calcosódico y un anfíbol que a veces está sustituido por la biotita y en algunos casos acompañado de algunos trozos de piroxeno, pero sólo a título de mineral accesorio.

Los rocas en cuestión se asemejan mucho unas a otras y están además poco alteradas, lo cual ha hecho muy fácil su clasificación. Orueta indicó que son dioritas típicas con todos los minerales constituyentes y la textura característica; contienen andesina y hornablenda algo uralitizada que, al agruparse, lo hacen con ligera tendencia a entrecruzarse, dando a la roca una textura ligeramente ofítica. Algunas de ellas ofrecen la particularidad de contener cristales de ilmenita con admirables figuras de agrupación. Esta última especie va acompañada de leucoxeno y en algunas preparaciones aparecen cristales de ortosa, estableciendo un tránsito a las sienitas.

En el cabezo de Santa Antonieta aparecen, asimismo, dioritas subyacentes a las calizas en pseudoconcordancia con ellas, pero alterándolas aparentemente, lo cual quiere decir que son posteriores y que la roca hipogénica se ha intrusado en el contacto de las calizas y micacitas.

Como las diabasas inmediatas, demuestran algunas veces bastantes agrupaciones cristalinas de ilmenita en barras muy bien conservadas que ofrecen sus ángulos agudos característicos. En algunas de estas agrupaciones, las barras siempre

opacas y con fuerte brillo metálico, están envueltas por una aureola de leucoxeno de color gris claro y bastante transparencia.

Las dioritas de Cartagena son primarias, es decir, caledonianas o hercinianas, siendo difícil explicar cómo ellas y las diabasas, que son indudablemente contemporáneas y se diferencian tan sólo por la textura granuda u ofítica, dependiente de la profundidad de cristalización, aparecen hoy reunidas en una zona superficial y dentro de una misma formación caliza o en la pizarrosa inmediata, que no han podido alcanzar espesores suficientes para dejar asomar, por diferencias de derrumbamiento, rocas consolidadas a profundidades distintas.

II. — VULCANITAS

REGIÓN CÁNTABRO-PIRENAICA

Navarra

En la ladera meridional del vallejo de Malococariz, dos kilómetros al NO. de la villa de Acedo y próximo al confín alavés, aparece un yacimiento basáltico, señalado por Palacios (275). La roca constituye en apariencia un gran banco interestratificado en las calizas margosas cenomanenses, cuyos estratos se arrumban allí con débil inclinación al Sur. Su presencia se acusa al exterior por el color negruzco, y a trechos pardo-rojizo, que ofrece el suelo a lo largo de una faja de 90 metros de longitud por nueve de anchura máxima.

La masa de la roca en la parte accesible a la observación se encuentra descompuesta en trozos de forma más o menos redondeada y de tamaño variable. En las superficies que han estado más directamente expuestas a la influencia de los agen-

tes atmosféricos, presenta pequeñas oquedades que le dan un aspecto ligeramente escoriáceo; pero en las caras de fractura reciente se muestra compacta y de color negro.

En el microscopio se reconocen muy distintamente microlitos abundantes de plagioclasa, augita, magnetita y gránulos de olivino, a la vez que los caracteres de textura y composición peculiares del tipo clásico del basalto.

REGIÓN CENTRAL

Teruel

Cortázar (158) ha expresado que, en opinión de Macpherson, las rocas que aparecen en Camarena son ofitas de grandes elementos. Sin embargo, San Miguel de la Cámara (316), que ha realizado nuevamente el estudio petrográfico de las mismas, las clasifica como diabasas, en el sentido de grupo o familia; aunque su estado de alteración no permite precisar exactamente la especie a que pertenecen, es verosímil que constituyan representantes alcalinos del grupo de diabasas, quizá teschenitas, que se encuentran en Cataluña, Mahón y Portugal.

Las rocas de Camarena son compactas, de grano relativamente grueso, color gris verdoso con manchas blancas y rosadas, duras y frágiles, con disyunción irregular y pátina gris rojiza. A simple vista se observan cristales alargados de feldespato blanco que se cruzan en todos sentidos, entre los cuales quedan espacios rellenos de productos negros y verdes; aquéllos son augita y los otros una sustancia cloritosa o serpentínica. Entre los prismas feldespáticos quedan además oquedades irregulares, dentro de las cuales se ven fibras delgadísimas de un mineral verde pistacho con caracteres de epi-

doto, fibras que no se conservan al preparar la roca en lámina transparente para la observación microscópica.

Al microscopio se ve profundamente epigenizada y sólo puede reconocerse su textura ofítica por la presencia, en algunos campos que se conservan poco transformados, de feldespatos largos que se entrecruzan; en otros, los elementos de la roca, casi todos secundarios, se ofrecen en placas con aparente textura granitoide. Se compone de albita, microlino, ortosa, augita, hornablenda, prenita, ilmenita, esfena, apatito y productos clorítico-serpentinosos.

La albita se presenta en cristales frescos, con numerosas inclusiones, formando maclas polisintéticas de bandas anchas. El microclino forma placas que generalmente tienen el núcleo de ortosa y son independientes de la textura ofítica. Se trata seguramente de un mineral posterior a la formación de los elementos esenciales, cuya presencia enmascara, juntamente con la de los demás minerales, el carácter diabásico, dando a la roca aspecto de diorita. El piroxeno es incoloro o verde pálido; este último se transforma fácilmente en uralita parda, fibrosa y muy dicroica, la cual pasa a su vez a clorita fibrosa esferolítica (ripidolita) y laminar (pennina). Existe además un piroxeno violáceo que origina productos serpentinosos cargados de ilmenita y esfena. Estos datos y el color de las secciones, demuestran que se trata de dos piroxenos de composición diferente: el primero, intermedio entre la augita común y la diálaga, y el segundo que se aproxima a la augita titanada.

El anfíbol (uralita hornabléndica) es siempre secundario y se ve formado por placas que conservan ordinariamente restos del piroxeno primitivo en el núcleo o en granos dispersos. Otras veces aparece en laminillas, y entonces se transforma fácilmente en clorita.

La ilmenita abunda en cristales o granos con leucoxeno, asociada a la esfena, que también es frecuente. Ambos minera-

les derivan de la transformación del piroxeno, aunque parte de la ilmenita puede ser primaria. El apatito es asimismo una especie abundante.

Otro tipo de diabasa de la misma localidad difiere por la carencia de microclino y ortosa, la menor alteración y por no presentar oquedades.

Madrid

En la Sierra de Guadarrama, Fernández Navarro (273) ha señalado un basalto nefelínico que constituye un apuntamiento de pequeña extensión (seis kilómetros cuadrados) en el granito que en la vertiente meridional de la sierra forma una banda alargada en medio del gneis.

El yacimiento se encuentra en el puerto de Cuencia, casi exactamente en el meridiano de Madrid y a unos 55 kilómetros de la capital. La roca negra, bastante densa y un poco cavernosa, es holocristalina y de grano grueso, debiendo corresponder a un resto enfriado lentamente de un volcán destruido por la erosión. En el microscopio, los minerales constituyentes, por orden de importancia, son: augita, olivino, nefelino y magnetita.

La primera se encuentra casi exclusivamente determinando grandes microlitos de formas claras, maclados según h^1 y notablemente policroicos. El olivino, en grandes cristales idiomorfos, se halla transformado parcialmente en bowlingita, y el nefelino forma placas alotriomorfas que engloban poecilíticamente los demás elementos. Aparece notablemente fresco y encierra algunas inclusiones de apatito. La densidad de la roca es 2,864.

La edad de este yacimiento eruptivo no ha podido fijarse por la falta de rocas sedimentarias, pero debe hacerse obser-

var que esta comarca que se había supuesto en reposo absoluto desde la transgresión cenomanense, ha sufrido más tarde acciones orogénicas de cierta importancia.

La existencia de esta roca es interesante desde varios puntos de vista. Mientras que la Meseta Central se halla jalonada por erupciones terciarias o más modernas, en el interior del macizo tan sólo aparecen el basalto nefelínico de Lázaro (Coruña), el de Beteta (Cuenca), la limburgita de Nuévalos (Zaragoza) y las vulcanitas del Campo de Calatrava (Ciudad Real).

Todas estas formaciones endógenas, de dimensiones reducidas a excepción de la última, se hallan cerca del borde de la Meseta, mientras que el basalto de Guadarrama radica en el centro del macizo, en la parte más antigua y a una altitud de 1.600 metros.

Como la lava carece de feldespatos, exactamente lo mismo que los asomos citados, y las rocas eruptivas de la periferia de la Meseta son feldespáticas, parece deducirse la existencia en la Península de dos zonas distintas: una central, caracterizada por el magma básico alcalino, y otra periférica con un magma que evoluciona desde los tipos más ácidos (traquita de Axpe, andesitas de Cartagena y Cabo de Gata) hasta rocas tan básicas como los basaltos de Cataluña.

Ávila

Martín Donayre (118) mencionó ciertos pórfidos piroxénicos de Ávila con cristales de augita, que se encuentran en la cuesta de Cortezuelos, término de Mombeltrán, a 15 kilómetros al NE. de Arenas de San Pedro. Recientemente, Vidal Box (352) ha encontrado en La Parra (partido de Arenas de San Pedro) un pórfido diabásico que forma un dique conocido en

el país por Piedra Negra, que, con dirección general Este-Oeste y potencia variable de cuatro a ocho metros, atraviesa los granitos porfídicos tan frecuentes en la región.

Este asomo eruptivo no es el único existente, pues se observan otros en las riberas del Tiétar, en la vertiente meridional de la Sierra de Gredos. Por su posición ofrece gran semejanza con las apófisis y diques de la parte Norte de la provincia de Madrid en el contacto con los granitos y gneis del Guadarrama.

Macroscópicamente la roca es bastante compacta, con coloración general verdoso-oscura, gran densidad y textura porfídica. Sobre una pasta de tono oscuro, se destacan gruesos cristales negruzcos de hornablenda, nódulos fibrosos de hiperstena verde brillante incluidos con frecuencia en aureolas amarillento-rosadas de plagioclasas alteradas e intercaladas entre las anteriores, manchas verdosas claras, producto de alteración de primitivos anfíboles, que alternan con abundantes cristales de pirita.

Al microscopio aparece una pasta de pequeños cristales de feldespatos calcosódicos algo alterados, cruzados en todas direcciones por cristales de hornablenda, todo ello con una textura claramente ofítica. También se distinguen con mayor aumento finas agujas de apatito y pequeños cristales de pirita de hierro.

En esta pasta fundamental se destacan grandes cristales pardos de hornablenda, núcleos verdosos de hiperstena y zonas anubarradas de clorita en las que se aprecian los cruceros característicos del referido anfíbol y, con frecuencia, maclas.

Algunas preparaciones ofrecen desgarraduras y cristales triturados que recuerdan la textura cataclástica frecuente en los materiales sometidos a fuertes empujes.

Toledo

En los alrededores de la capital, a la izquierda del camino que sube del barranco de la Degollada a la ermita de la Virgen del Valle, aparece un dique casi vertical de diabasa, de un metro de espesor, que atraviesa la pegmatita con dirección Este-Oeste.

La roca, estudiada por Royo Gómez y Pérez de Pedro (307), es muy dura y compacta, de color verdoso oscuro y más o menos parduzca en las secciones frescas. Aunque de grano muy menudo, se puede distinguir algunas veces la textura ofítica.

En el microscopio ofrece texturas que varían desde la citada a la granítica. Los elementos son: plagioclasa más o menos alterado, al parecer oligoclasa, con maclas polisintéticas; hiperstena bastante transformada en clorita; hornablenda idiomorfa y verdosa que cuando no está alterada en clorita ofrece maclas y secciones con los cruceros típicos; biotita abundante y cloritizada. El cuarzo, poco abundante, con inclusiones, se halla esparcido sin regularidad y la magnetita se presenta en granos.

Esta erupción es posterior a la formación de las pegmatitas que se observan en la zona.

Ciudad Real

Los antiguos mapas geológicos señalan en Campos de Calatrava numerosos afloramientos de rocas endógenas básicas, clasificadas como basaltos labradóricos, nefelínicos y meliliticos.

Pero los modernos trabajos de La Rosa, Alvarado (341,

346, 353, 359) y F. Hernández-Pacheco (348, 358, 360) con ocasión del nuevo mapa geológico a la escala de 1:50.000, han permitido establecer que la superficie y número de los afloramientos ígneos es mucho mayor de lo antiguamente señalado.

Asimismo se ha determinado que se trata de una provincia petrográfica esencialmente básica, pues al lado de algún raro afloramiento de «basaltita», los basaltos ocupan menor extensión de lo supuesto, presentándose algunas «augititas» rocas ultrabásicas, y dominando, sobre todo, las «limburgitas», rocas hipocristalinas afines a las peridotitas.

A más de los afloramientos visibles, ocupan los materiales ígneos vastas zonas subterráneas, siendo su presencia reconocida frecuentemente por pozos ejecutados para alumbrar aguas.

El territorio donde se asientan las vulcanitas, da origen a un rectángulo irregular que mide aproximadamente 80 kilómetros de Norte a Sur y 75 de Este a Oeste, o sea alrededor de 6.000 kilómetros cuadrados.

Limitan la región hacia el Norte las estribaciones más meridionales de los Montes de Toledo, zona montañosa que termina en el llano o antiguo valle muerto, que ponía en comunicación a las zonas de Fernán Caballero y Malagón, que quedan al Este, con las de Porzuna, localizadas al Oeste.

Hacia el Sur limitan el territorio las alineaciones que forman la quebrada Sierra Morena, cuyos accidentes principales, el valle de Alcudia y Sierra Madrona, originan los dos aspectos topográficos más típicos de la comarca.

En realidad, aun el valle de Alcudia se halla dentro de la región volcánica, pues tanto en las sierras que lo limitan como en el centro de él, aparecen manchones de rocas eruptivas y puede decirse que es la Sierra Madrona la que de una manera clara limita el territorio volcánico del resto de la Sierra Morena.

Por el Este el territorio se adentra en el llano en dirección de Daimiel, Moral de Calatrava y zona al Oeste de Santa Cruz de Mudela, si bien ningún manchón eruptivo importante sobrepasa la línea así determinada, y al saliente del valle de Alcudia, las manchas volcánicas no exceden el río Fresnedas a no ser en las cercanías de San Lorenzo y El Hoyo, localidades enclavadas en las zonas de sierras al Este del citado valle.

Las zonas occidentales del territorio avanzan hacia Almadén y Puebla de Don Rodrigo, pudiendo realmente decirse que forman el límite de los ríos Quejigares, Tirteafuera, Guadiana y el Río Frío, quedando hacia occidente el afloramiento eruptivo de los Cabriles, inmediato a la línea férrea de Badajoz. En el valle de Alcudia el afloramiento de Bienvenida es el más occidental y, al mismo tiempo, uno de los más importantes.

No obstante ocupar la región volcánica un gran espacio de terreno en las regiones centrales de la provincia, las variedades de rocas se reducen realmente a cuatro tipos fundamentales, aunque algunos sean tránsitos entre estos términos. A veces la ausencia de una determinada especie mineralógica hace que la roca pueda tomarse como un determinado tipo; pero se trata más bien de porciones que carecen de dicho mineral en muy pequeña extensión; tal sucede, por ejemplo, con algunas zonas del afloramiento de Laredo, en la cuenca minera de Puertollano, donde al estudiar diversas preparaciones, se han encontrado algunas en las que faltaban los fenocristales de olivino, aunque al recoger otras muestras pudo verse que en los fragmentos existían tales cristales, ocurriendo sencillamente que faltaban en la pequeña porción tallada sin que pudiera esto hacerse extensivo a toda la masa del afloramiento. En este lugar, sin embargo, la roca tiene una determinada tendencia a representar un tipo especial y siempre raro: la «augitita», aunque sin llegar a hacerlo típicamente.

En algunas coladas puede también pasarse de un determinado tipo a otro, lo cual es frecuente en todos los afloramientos de esta clase; así es que, aunque en un determinado volcán o colada abunden los tipos limburgíticos o basálticonefelínicos, no debe representarse como tal, pues estudiando bien los materiales que la forman, se encuentran tránsitos de un tipo a otro y aun los términos extremos bien caracterizados.

Así se ve que en el Morrón de Villamayor de Calatrava, en ciertas zonas son las limburgitas más o menos vítreas las características, mientras que en otras lo son los basaltos melilíticos, y se pasa de un tipo a otro por tránsitos frecuentemente insensibles.

Lo mismo puede indicarse del Cabezo Mesada, en el que existen zonas donde los tipos limburgíticos son muy claros, y otros, por el contrario, en que son los basaltos nefelínicos los característicos.

No obstante, cabe afirmar que por la profusión y constancia de los tipos existe una alineación central que, de SE. a NO., recorre el campo eruptivo, en la cual son característicos los basaltos olivínicos o plagioclásicos, y que viene marcada por los siguientes afloramientos: Volcán de Columba; afloramiento de Villalba, al Oeste del Balneario de Fuensanta; la Alconera, al Norte de Ballesteros, final de la colada de Cantagallos; cerro de la Zurriaga, al SO. de Poblete; Cabezo Segura, al Sur de Poblete; Cabezo Galiana y Peñas Negras, al Sur y Norte de Valverde de Calatrava; Cabezo del Hierro, al Norte del puente de Alcolea, basalto extraído del pozo de Casimiro Céspedes en el pueblo de Alcolea; volcán de Picón y colada en el kilómetro 19 al 20 de la carretera de Ciudad Real a Piedrabuena.

Rodeando a esta zona, que señala bien una alineación de afloramientos preponderadamente basáltico-olivínicos o plagioclásicos, quedan los otros tipos: Basaltos nefelínicos y meli-

líticos que siempre aparecen en las zonas alejadas del Oeste y Este, sin determinado orden, y entremezcladas con todos los tipos citados aparecen las rocas limburgíticas, con tendencia a veces hacia uno u otro de los últimos citados.

En el estudio de las rocas comenzaremos por los basaltos olivínicos o plagioclásicos, relativamente frecuentes en el campo eruptivo; a continuación describiremos los tipos nefelínicos, que son los más abundantes; después trataremos de los basaltos melilíticos, y, al final, nos ocuparemos de las limburgitas, entre las cuales existen ejemplos que marcan el tránsito a las rocas anteriores por presentar indicios o pequeñas cantidades de nefelino o melilita.

Basaltos plagioclásicos.—Se han encontrado rocas de este tipo en el extremo occidental de la colada de Palos y al final de la de Cantagallos, en el cerro de la Zurriaga, cabezas Segura y Galiana, zona occidental de la colada de Peñarroya, Ciudad cerro de las Higueras, kilómetros 19 a 20 de la carretera de Real a Piedrabuena, Negrizal de Villafranca, Peña Negra, Cabezo del Hierro, volcanes de Picón y Columba, y colada del Cabezo Segura, en las cercanías de las Casas de la Torrecilla.

Del afloramiento de Laredo, en la cuenca de Puertollano, procede una muestra que, por la falta de olivino y gran abundancia de augita que flota en un vidrio de color oscuro, pudiera considerarse como una augitita.

En el Cabezo Segura, al SO. de Poblete y junto al Guadiana, existe un gran afloramiento constituido por un achatado cerro que se destaca claramente al ser observado desde el Sur, por formar altos escarpes sobre el valle del río Jabalón. Las coladas que de él han surgido son dos: una, que avanzó hacia el Este, hasta llegar a las cercanías de las Casas de la Torrecilla, y otra, que se dirigió hacia el Norte, hasta llegar a la proximidad del cauce del río Guadiana. Ambas coladas presentan gran potencia.

La roca es gris, no muy oscura, áspera al tacto y rugosa, bastante esponjosa y con algunas vacuolas grandes tapizadas de calcita. De la pasta gris destacan cristales verdosos de olivino y otros negruzcos y brillantes de augita, los cuales son a veces de gran tamaño.

Al microscopio ofrece textura porfídico-basáltica. Los cristales de olivino, más o menos alterados, y los de augita se reúnen con frecuencia, dando lugar a grupos de numerosos individuos que en conjunto toman la forma de un gran cristal. La pasta se halla constituida por microlitos de augita y labrador aproximadamente en igual cantidad, distinguiéndose los últimos por las frecuentes maclas polisintéticas que ofrecen. La magnetita es relativamente frecuente, presentándose en granos de tamaño uniforme con formas bastante regulares. Entre los intersticios que dejan libres los microlitos de augita y plagioclasa existen restos vítreos, por lo general de coloración ligeramente amarillenta.

En la colada de los kilómetros 19 a 20 de la carretera de Ciudad Real a Piedrabuena, la roca es grisácea, semiesponjosa, con algunas vacuolas rellenas en parte de calcita, fractura desigual y densidad crecida. Destacan en la pasta cristales abundantes de olivino francamente alterados, y otros negros, brillantes, de augita.

En el microscopio presenta textura porfídico-basáltica con fenocristales de olivino, que ofrecen marcada aureola de bowlingita; fenocristales de augita de color gris y con estrías características, y pasta microlítica, formada por esta misma especie y labrador. La magnetita no es muy abundante, y los restos de vidrio incoloro rellenan principalmente pequeñas vacuolas irregulares o grietas.

Además de las rocas descritas, que son las más características, existen otras muchas, siempre de tipos muy semejantes a los descritos o como tránsitos de unos a otros.

Del afloramiento de Laredo, en la cuenca minera de Puertollano, procede una muestra que, por la ausencia de olivino y la gran abundancia de augita que flota en un vidrio de color oscuro, pudiera tomarse como augitita.

Abundan igualmente los tipos vítreos, pero con la composición mineralógica de las rocas descritas.

Basaltos nefelínicos. — Aparecen estas vulcanitas, con mayor o menor cantidad de nefelino, en los afloramientos de El Berrueco y El Castaño, Castillejos de Bienvenida y El Junquillo, colada Este de la Sierra de las Medias Lunas, canteras de Piedrabuena, mina Asdrúbal, Muela de El Villar, coladas de Villanueva de San Carlos, afloramiento de El Roble, cerro de Cabeza Parda, Cabezo Mesada, zona final de la colada de Cantagallos, colada de Calatrava, Negrizal de Cañada de Calatrava, cabezos de Jimeno, la Plata, Casa de Campo, Aljibe y la Cruz, colada Oeste de El Palo, cerros de la Cabezuela (Pozuelo de Calatrava) y Moreno, El Cabezo (Cabezarados), Castillejo de la Viñuela, colada del Cortijo de San Benito, afloramiento de El Naranjo, El Arzollar, Castillejo del Río, afloramiento de las Casas de la Canaleja, Cuesta Colorada, cabezos de Racioneros y Segura, afloramiento de las Casas del Negrizal, cantera de las Monjas, afloramiento de El Burcio, canteras de las Zorreras, cerro del Telégrafo, La Balona, Peñas Pardas y Peña Negra.

En la cantera de la Casa de las Monjas o Cuesta Colorada (cerca de Ciudad Real) forma el afloramiento un achatado cerro, próximo al Guadiana y a mano derecha de la carretera marchando en dirección al río. La roca es grisácea, finamente granuda y bastante esponjosa, de fractura fácil y densidad no muy grande. Presenta abundante calcita, que le da un aspecto fajeado, y destacan de su masa cristales verdosos rojizos de olivino y otros negruzcos y brillantes de augita. La pasta aparece formada por elementos no diferenciables a simple vista.

Al microscopio ofrece textura granudo-microlítica con fenocristales alterados de olivino, que se presentan frecuentemente con formas típicas y gran cantidad de inclusiones (magnetita, vidrio). Son frecuentes también las cavidades por corrosión magmática, que aparecen rellenas por la pasta. La augita forma fenocristales abundantes que pasan por tránsito insensible a formar los microlitos de la pasta. Esta última aparece constituida por la citada especie, abundantes granos de magnetita, ilmenita y nefelino en secciones cuadrangulares típicas. El resto se halla formado por masas vítreas amarillentas o incoloras. La calcita secundaria da lugar a zonas claras anubarradas.

El afloramiento de El Arzollar, al Oeste y en las cercanías de Ciudad Real, da origen a un alargado cabezo que se destaca claramente a la izquierda de la carretera al puente de Alarcos, un poco antes de llegar a los cerros cuarcitosos donde está la ermita. La roca es grisácea de aspecto granujiento, fractura fácil y gran densidad y dureza. Destacan sobre la pasta abundantísimos cristales de augita negruzcos y muy brillantes, y algunos de olivino de color verde sucio. Obsérvanse igualmente manchas de calcita que rellena pequeñas cavidades.

En el microscopio presenta textura granudo-porfídica. Los fenocristales aparecen constituidos por olivino que se presenta poco alterado en productos serpentínicos. Son abundantes los cristales de augita con los caracteres corrientes, y en ambas especies se observan inclusiones de magnetita. En la pasta, formada principalmente por microlitos de augita, destaca abundante magnetita bien cristalizada que a veces da origen a placas de relativo gran tamaño y muy irregulares, con el fondo formado por nefelino. La pasta vítrea es muy escasa. En algunas cavidades se aprecian depósitos de zeolita (natrolita) con marcado aspecto filamentoso radiante.

Basaltos meliliticos. — Existen en el cerro Santo (Porzuna),

volcán de la Vaqueriza, cerro de la Cabezuela, final de la colada del cráter del Fuentillejo, Cabeza Parda, afloramiento de Cayetana, Cortijo del Alhorín, canteras de Aldea del Rey y del Morrón de Aldea Mayor.

El antiguo volcán de la Vaqueriza, en las proximidades de Aldea del Rey, se levanta cerca de las canteras de Miró, en las laderas que por el Norte limitan el valle alto del río Argamasilla. El cerro que lo forma no es muy elevado y presenta en sus laderas meridionales una gran colada que al avanzar hacia el SE. da lugar en parte a las canteras antes citadas. La roca grisácea, compacta, muy homogénea y áspera al tacto, es dura, densa y de fractura franca. En ella destacan cristales verdosos de olivino y otros de augita casi negros y muy brillantes.

En el microscopio presenta textura porfídico-microlítica con fenocristales numerosos de olivino y otros de augita poco típica. La pasta, a la cual se pasa por tránsitos insensibles, aparece constituida por microlitos de los elementos antes citados y magnetita bien cristalizada. Las zonas claras en luz natural se hallan formadas por melilita y restos de vidrio más o menos coloreado.

En las canteras de Aldea del Rey, al SO. del pueblo, existe una gran colada que desciende del cerro de Las Mesas al Sur de la línea férrea que une Puertollano con Valdepeñas. La roca es gris oscura, francamente granuda, áspera al tacto, compacta y densa. Sobre la pasta destacan cristales de olivino de color amarillento verdoso y otros de augita negros y brillantes. Existen igualmente algunas vacuolas rellenas en parte por calcita que da origen a manchas blanquecinas.

Al microscopio aparece con textura porfídica. Los fenocristales de olivino presentan una aureola de alteración de bowlingita, y los de augita, de tono grisáceo, ofrecen un estriamiento paralelo característico. En estos cristales son muy



frecuentes las inclusiones de magnetita. La pasta aparece constituida por microlitos no muy pequeños que destacan claramente sobre el fondo blanco de la melilita abundante. No es muy frecuente la magnetita, que se presenta en cristales relativamente gruesos y con formas típicas. No existe vidrio en la pasta. Las zonas ocupadas por la calcita son relativamente numerosas.

En el Cerrajón de la Puebla, junto al caserío de este nombre, el afloramiento de basalto da origen a un cerro redondeado que destaca claramente a la derecha de la carretera que desde la capital se dirige al balneario de Fuensanta. Queda en las inmediaciones del caserío de la Puebla y en la margen derecha del río Jabalón. La roca es grisácea con aspecto algo granujiento, áspera al tacto, densidad crecida y no gran dureza. Destacan sobre el fondo cristales alterados de olivino de color rojizo y granos negros de augita. La pasta no puede resolverse a simple vista.

Con el microscopio se reconoce la textura porfídica. Los fenocristales de olivino, con ancha aureola bowlingítica, parecen ser de la variedad fayalita, y los de augita, mucho menos frecuentes, aparecen con estructura zonar, ligero tono verdoso e inclusiones de magnetita. La pasta está constituida por un fondo vítreo de tono gris sobre el que destacan pequeñísimos y abundantes microlitos de augita y frecuentes granos de magnetita. Quizá existan también granos pequeños de olivino. Son numerosas las grietas y cavidades rellenas de melilita, la cual también forma parte de la pasta.

Limburgitas. — Se encuentran estas rocas en el Negrizal del Naranjo, Laguna del Fuentillejo, cantera de las Monjas, Cabezo de Racioneros, La Atalaya (Ballesteros), Cabezo Mesada, cerro del Palo, Las Zorreras, Cabezo Jimeno, colada de las Ánimas (Alcolea de Calatrava), El Retamar, colada de Calatrava, cerros del Telégrafo (Poblete) y el Aljibe, Las

Hormigoneras, cabezos de La Serna, Pescadores y el Moro, Negrizal de Valdelapedriza, colada Oeste de Las Medias Lunas, Cabezo de la Plata, mina Asdrúbal, afloramientos de Laredo y las Casas de la Torrecilla, kilómetro 8 a 9 de la carretera de Ciudad Real a Puertoollano y afloramiento de El Pozuelo.

En el Negrizal de El Retamar, próximo al pueblo, el afloramiento da lugar a un achatado cerro rocoso del cual se desprende una colada, que, avanzando hacia el Sur, llega a rebasar la línea férrea de Madrid a Badajoz, quedando su zona final muy cercana a las márgenes del río Ojailén. La roca es grisácea, compacta, no muy densa y dura. Sobre la pasta destacan claramente cristales verdosos de olivino y granos negros muy brillantes de augita.

En el microscopio ofrece textura porfídica con fenocristales de olivino que presentan aureolas de bowlingita y corrosiones muy típicas. Los de augita tienen los caracteres corrientes y en ambas especies son abundantes las inclusiones de magnetita. La pasta aparece constituida por una mezcla de microlitos de augita y magnetita abundante, que da origen a veces a placas de gran tamaño, pero de forma irregular. Son frecuentes las zonas ocupadas por la biotita, que aparece en masas de gran irregularidad. El resto de la pasta se halla constituido por vidrio incoloro que rellena algunas grietas y cavidades, y destacando sobre él, alargados cristales de apatito.

En las cercanías de Cañada de Calatrava y a mano derecha de la carretera que se dirige hacia Pozuelo, aparece un cerro de forma irregular y no gran relieve, en cuya superficie predominan los materiales escoriáceos. La roca es gris, homogénea, con densidad no acentuada y dureza no muy grande. Destacan sobre la pasta cristales verdoso-rojizos de olivino y granos negros de augita.

Al microscopio ofrece textura porfídica. Los fenocristales

de olivino, muy frecuentemente corroídos y con aureola de bowlingita, presentan inclusiones de magnetita. Los de augita, muy frecuentes, tienen a menudo estructura zonar y como los anteriores encierran abundantes inclusiones de magnetita. En la pasta destacan pequeños microlitos de augita, abundante magnetita en granos, algunas pajuelas de biotita y abundante vidrio incoloro con pequeñísimos cristales de apatito.

Entre Villamayor de Calatrava y la estación de Caracuel, hacia el Norte de la carretera, sobresale el Morrón coronando la larga alineación de sierras cuarcitosas que limitan por el Norte la gran llanura de Argamasilla de Calatrava. Hacia el Sur, y siguiendo la pendiente de la sierra, avanza una colada intensamente explotada en la actualidad. La roca grisácea, compacta, áspera al tacto y de densidad crecida, ofrece a simple vista grandes cristales de olivino y augita que destacan sobre el resto de la pasta.

Con el microscopio se reconoce la textura porfídica. Tanto los fenocristales de olivino como los de augita aparecen bien cristalizados y con formas muy perfectas. La pasta se halla constituida por finísimos microlitos de augita que dejan entre sí gran cantidad de huecos ocupados por vidrio incoloro. Abunda la biotita en placas irregulares, y la magnetita, no muy frecuente, ofrece individuos con formas características. En las masas vítreas, que a veces ocupan zonas algo extensas, se distinguen abundantes y pequeños cristales de apatito. También se observan en algunas zonas pequeñas porciones de melilita.

El afloramiento del Negrizal del Cortijo del Alhorín, en el valle de Alcudia, da lugar a una amplia loma junto a las casas del citado cortijo. Las rocas que la forman son en su mayor parte algo escoriiformes, siendo raros los fragmentos macizos. La limburgita es gris, con no gran dureza, y densidad poco acentuada. Destacan de la pasta cristales alterados de olivino y granos negros de augita.

Con el microscopio se reconoce la textura porfídica. Los fenocristales de olivino, muy frecuentes, ofrecen aureola de alteración y formas cristalinas perfectas, hallándose en la mayoría de los casos muy corroídos por el magma. Los fenocristales de augita, más pequeños y escasos, presentan un tono grisáceo verdoso. La pasta es bastante vítrea, siendo frecuentes los espacios rellenos por ella en los que destacan microlitos de apatito. La magnetita, frecuente, ofrece dos tipos de cristales: gruesos y no abundantes, y otros finos y frecuentísimos. En algunas grietas se ven indicios de melilita acompañada siempre por el vidrio.

Los tipos limburgíticos con indicios o pequeñas cantidades de nefelino, melilita o ambos minerales juntos, se observan en el Negrizal de la Cañada de Calatrava, Morrón de Villamayor de Calatrava, colada del Cortijo de Herrera, La Arzollosa (Piedrabuena), cerro Moreno, Negrizal de la Atalaya, Piedras Pardas (Abenojar), afloramiento del puerto de Mestanza, Cabeza Parda (Pinos Altos), afloramiento de la Gitana, cerro de la Cruz (Alcolea), cerrejón de las Casas de la Puebla, afloramiento de Villalba, Cabezo de Cabezarados, cerro de la Cabezuela (Pozuelo de Calatrava), Cabezo Mesada, afloramiento de las Animas, Cabezo del Aljibe, Peña Negra (cráter del Fuentiviejo), La Atalaya (Ballesteros) y Negrizal de la Casa de Campo.

Los diversos aparatos volcánicos que ocupan tan amplio campo en toda la región, son de diferente constitución y dan origen a tipos muy diversos. En general puede indicarse que las erupciones fueron únicas, es decir, que después de formado el aparato y de efectuarse el paroxismo, el volcán quedaría en una vida latente, que poco a poco se iría extinguiendo hasta dar origen a un volcán completamente apagado.

En otros casos, no muy frecuentes, las erupciones serían varias, pero separadas por espacios de tiempo relativamente

cortos, y así lo hace pensar la superposición de coladas que determina un cierto perfil en escalera en algunos cabezos.

Alguna vez, las erupciones fueron de tipo explosivo violentísimo y el fenómeno quedó reducido a esto, dando origen a un cráter o gran embudo de explosión sin que en sus cercanías quede actualmente otra señal del paroxismo que la depresión ocupada por una laguna, único testigo del violento y repentino fenómeno.

Diferéncianse además los aparatos por el lugar en que se han formado, pues mientras los que ocupan las llanuras toman con frecuencia la forma de cerros en cúpula y más o menos redondeados, los producidos sobre las laderas, a veces muy inclinadas, ocasionan grandes amontonamientos de bloques si las erupciones fueron poco importantes, o cerros en forma de meseta de los que se desprendieron las coladas, cuando aquéllas eran grandes.

En algunos casos, relativamente frecuentes en las zonas centrales, las erupciones vulcanianas fueron las más frecuentes, dando origen los materiales de proyección a conos de ceniza y lapillis de cuyos flancos brotarían las coladas que se extenderían más o menos según la fluidez y la pendiente del terreno.

La erosión intensa que sufrieron dichos conos de ceniza y lapillis, pronto les hizo desaparecer, no quedando del aparato sino los restos de las coladas resistentes y los mantos de cenizas que ampliamente extendidos ocupan las llanuras.

Describiremos los diversos tipos de erupciones, citando algunos ejemplos de los aparatos que aparecen en el extenso campo eruptivo.

Como es natural, algunos volcanes no pueden clasificarse en un grupo determinado, pues su erupción fué de caracteres intermedios, ofreciendo rasgos comunes a los que sirven de ejemplo para las distintas modalidades.

Erupciones de tipo homogéneo o volcanes-cúpulas. — Estos volcanes ocupan siempre las zonas llanas y son el resultado de una o varias erupciones de tipo tranquilo, que dieron por resultado la acumulación de la lava alrededor de una abertura, la cual, después de transcurrida la erupción, queda cubierta por los mismos materiales que de ella surgieron. Los volcanes más típicos de esta clase de erupciones son: el cerro Santo en Porzuna, Cabeza Parda en Pinos Altos, Cabeza Mesada al NO. de Ciudad Real, Cabezo Jimeno, El Cabezuelo en Pozuelo de Calatrava, el Cerrajón de la Puebla y el Naranjo en las zonas occidentales del territorio.

Erupciones de tipo estromboliano. — En éstas existen masas esponjosas o escoriáceas. Las lavas debieron ser algo más fluidas y las emanaciones gaseosas, relativamente frecuentes, se desprendieron sin dar origen a explosiones violentas. Pueden surgir lateralmente al acumulo principal de lavas, coladas que, de igual modo que en el caso anterior, al quedar alrededor del conducto de salida llegan a obstruirlo. En este tipo faltan en absoluto los lapillis y cineritas, siendo, por el contrario, abundantes las materias esponjosas y las escorias, y también como indicio de explosiones no muy violentas, pueden encontrarse algunas bombas volcánicas y fragmentos de lava.

Como volcanes de este tipo, pueden citarse: el de las Morras al Norte de Porzuna; el de Picón, el cabezo del Moro o de Racioneros, el del cerro de la Cruz en Alcolea de Calatrava; el volcán de Peñarroya, los cabezos de Hierro y Segura, la Alconera, la Atalaya, cerro de los Molinos en Almodóvar del Campo; la Balona en la cuenca minera de Puertollano; el Retamar, volcán del Cortijo del Alhorín y el Cabezo en Cabezarados.

Erupciones de tipo vulcaniano. — La erupción de estos tipos de volcanes debió de comenzar por una serie de explosiones violentas o por una sola y gigante explosión que,

lanzando al aire las masas de rocas sedimentarias que impedirían la salida de los gases, diera origen a la abertura de un gran orificio donde pronto se acumularían a su alrededor los materiales más gruesos originándose el cono volcánico y su cráter.

De estas erupciones, además de los mantos de cenizas y de las coladas que surgieron, quedan los cráteres o depresiones formadas en el terreno a consecuencia de las explosiones producidas por la presión de los gases. Tres lagunas existen en la región, originadas de la manera descrita: la laguna o cráter del Fuentillejo, la que queda al Norte de Mestanza y lleva este nombre, y la de Michos. Otras dos lagunas que también parecen formadas por fenómenos explosivos como los descritos, son las que quedan al Este de Argamasilla de Calatrava y hacia el Oeste del volcán de la Encina.

Abundan las erupciones del tipo que nos ocupa en las zonas centrales, al Sur de Ciudad Real, Norte de Ballesteros y también hacia Almagro y Noreste de Pozuelo de Calatrava.

Otros tipos de erupciones. — Existen otras erupciones distintas en apariencia a los tipos reseñados. La diferencia esencial consiste en la gran viscosidad de las lavas o en haber surgido los aparatos en zonas de sierra, haciendo que los materiales eruptivos, al encontrar terrenos topográficamente muy distintos, no den formas semejantes a las anteriores.

Se denominan «castillejos» las acumulaciones de grandes peñones y bloques que por sus formas ásperas y erguidas destacan de los cerros que los rodean. En otros casos son conocidos con el nombre de «negrizales», pero esto debe más bien reservarse a las coladas algo alteradas, que no dan lugar a formas topográficas muy destacadas. Estas erupciones son de tipo homogéneo, pero se hallan localizadas generalmente en zonas de sierra. En ocasiones de las masas se destacan coladas, pero éstas son siempre de escasa importancia y predomina, en

general, el amontonamiento de bloques alrededor del conducto de salida.

Como castillejos típicos pueden citarse: los del Río en la cuenca minera de Puertollano; Bienvenida en las zonas occidentales del valle de Alcudia; Junquillo y Berrueco al Oeste de Luciana; y entre los que llevan el nombre de negrizal: los afloramientos de Valdelapedriza, del Pozuelo, del Castaño, las Casas de la Canaleja, Morrón de Villamayor y los cerros del Aguila y Negro.

Una variante en el tipo de erupciones pueden ser las constituidas por masas muy flúidas que dan origen a grandes coladas. Son las productoras de los negrizales típicos tan frecuentes en las zonas de topografía algo accidentada. En este caso, en lugar de cerros o cabezos con una colada muy corta, se forman grandes campos lávicos, en ocasiones de varios kilómetros. Tal sucede con las coladas que descienden del cerro de Las Mesas, volcán de Palos, la Encina, la Conejera, Piedrabuena y las surgidas del de la Arjollosa y de los Frailes, como asimismo las importantes y extensas de Almagro.

Coladas que pudiéramos decir sin raíces, existen también en el campo eruptivo que estudiamos. Estas coladas surgirían de los conos volcánicos, y una vez desaparecidos éstos, no puede saberse de dónde provienen, aunque aproximadamente pueda situarse el conducto de salida. De este tipo es la cortada por la carretera de Ciudad Real a Puertollano, entre los kilómetros 8 y 9, quizá la de Cantagallos y muy probablemente la que se encuentra al Sur de la laguna de Fuentillejo.

En la actualidad todos los fenómenos eruptivos están totalmente extinguidos, y tan sólo pueden considerarse como postreras manifestaciones del volcanismo, los diversos manantiales y fuentes carbónicas conocidas con el nombre de «hervideros».

Observando la distribución de los volcanes y afloramientos

eruptivos, se ve que dan origen en conjunto a una gran zona alargada y orientada de NO. a SE., es decir, en concordancia con los principales accidentes tectónicos que recorren el territorio. Aun en detalle esta orientación aparece a veces sumamente clara.

En algunos casos, tanto los volcanes como los afloramientos, parecen estar alineados en dirección Este-Oeste, pero al intentar agruparlos en este sentido, se ve que resulta mucho más artificial y nunca dan líneas de gran recorrido como sucede con las direcciones anteriores.

Esta región fué afectada durante el Carbonífero por los empujes hercinianos, y al seguir a dichos fenómenos los naturales de descompresión, que fueron los que formaron las líneas principales de mínima resistencia, quedó rota y desunida en las indicadas direcciones de NO. a SE., por donde en época geológica muy reciente han surgido las masas eruptivas de la zona. Ambos fenómenos: la formación de las principales fracturas y el volcanismo, separados por una gran distancia en el tiempo, quedan, en realidad, relacionados íntimamente.

El hecho sin duda más concluyente para determinar la edad de los fenómenos eruptivos, es el haber aparecido bajo los mantos de cenizas y lapillis, en las cercanías de Valverde de Calatrava, distintos molares y huesos fósiles de animales cuaternarios. Por otra parte, siempre que los terrenos miocenos aparecen al descubierto y en relación con los materiales volcánicos, mantos de cenizas y coladas eruptivas, éstos descansan sobre aquéllos y en muchas ocasiones los sedimentos miocenos aparecen trastornados por las erupciones.

Parece evidente que las de todo este gran campo volcánico se efectuaron desde finales del Plioceno, siguiendo con más intensidad todo el Cuaternario antiguo, y es muy probable, que las más modernas fueran contemporáneas del hombre

paleolítico. Dichas erupciones son debidas a fenómenos de compensación isostática a consecuencia de los grandes hundimientos del litoral mediterráneo y de las zonas atlánticas de Cádiz, Sur de Lisboa y Setúbal, fenómenos que se produjeron durante el final del Plioceno y del Cuaternario antiguo; pero algunas de ellas pueden haberse efectuado en el Cuaternario reciente, aun durante el transcurso de los tiempos históricos.

Albacete

Dupuy de Lôme, Gorostizaga y Novo (342) han señalado en esta provincia un islote de diabasa de muy pocos metros cuadrados de extensión, en la faja triásica de Alpera, al Sur del Cuchillo Alto. Muchas bolas sueltas de la misma roca hipogénica cubren las faldas de los cerros adyacentes hasta llegar a las canteras de yeso de la casa de la Muela. Algunos ejemplares descompuestos son arcillosos y de color verde claro o aceituna, pero la roca sana presenta color verde oscuro casi negro.

A tres kilómetros de este asomo, al Sur de la casa de la Mora, hay otro de igual naturaleza, de 30 kilómetros de longitud máxima, en contacto con los grandes bancos de caliza negra triásica. La roca que lo forma, muy oscura, no está alterada por los agentes atmosféricos. Sobre la masa del islote hipogénico hay también grandes bolas, hasta de 0,50 metros de diámetro, procedentes de aquélla.

El examen microscópico, efectuado por Meseguer en el laboratorio del Instituto, denota que se trata de diabasa constituida principalmente por feldespato plagioclasa y piroxeno augita. Al microscopio muestra textura ofítica típica, apareciendo el feldespato en cristales alargados y entrecruzados formando como una trama. El estado de la roca no permite

precisar la naturaleza del plagioclasa a causa de la alteración de los cristales que ha originado polvos de calcita y wernerita.

La augita se presenta incolora sin policromismo y en algunos cristales puede observarse la macla, según el ortopinacoide. Como productos de alteración de esta especie se advierten cristales verdes de clorita, matizados irregularmente, y puntos de magnetita.

REGIÓN MEDITERRÁNEA

Gerona

Entre El Pasteral y Susqueda, San Miguel de la Cámara (277) ha señalado dos tipos de pórfidos cuarcíferos. El primero es una roca compacta, poco porfídica a simple vista, blancuzca, dura y tenaz, constituida por una pasta en la que destacan granos idiomorfos de cuarzo y clorita verde en hexágonos o agujas.

Al microscopio se distinguen gran número de fenocristales más o menos corroídos y fragmentos de cuarzo muy rico en inclusiones sólidas (biotita y apatito) y líquidas con burbuja móvil; ortosa muy alterada y plagioclasa tan abundante como ella y difícil de clasificar por su estado de descomposición. Posee también biotita parcial o totalmente transformada en pennina y muscovita, y a veces, un mismo cristal ofrece mica negra con muscovita, clorita, esfena y magnetita o ilmenita.

La pasta es microgranuda, panidiomorfa, y se compone esencialmente de cuarzo y feldespato íntimamente mezclados, biotita, clorita, magnetita o ilmenita, apatito y algo de muscovita.

Por su aspecto, composición y estructura, esta roca es un

pórfido diferente del elvan, principalmente porque los elementos de su pasta son más gruesos.

El otro pórfido es compacto, rosado, duro y tenaz, observándose a simple vista cristales de ortosa y oligoclasa, cuarzo con inclusiones, pennina y esfena que pasa insensiblemente a ilmenita o magnetita titanífera. Toda la roca está llena de kaolín y escamitas de sericita procedente de la alteración de los feldespatos. Lo más característico es la existencia de bloques fragmentarios que se presentan como ajenos a la roca misma, arrancados quizá a otras preexistentes, o bien constituyen residuos de enclavas enalógenas digeridas por el magma. La pasta es más fina y ácida en el contacto, que se ofrece clarísimo.

Otro ejemplar de color rosa oscuro con manchas negras, difiere de los anteriores por su aspecto externo, mayor riqueza en plagioclasa y clorita y escasez de cuarzo porfídico. La pasta es de grano más grueso, textura hipidiomorfa y los granos de cuarzo que rellenan espacios entre el feldespato, recuerdan un granito de grano fino. También presentan fragmentos enclavados.

En el Torrent de Can Munné, existe una porfídita de la que Font y Sagué (231) recogió ejemplares que fueron estudiados por Adán de Yarza. Esta roca contiene un elemento ferromagnésico convertido totalmente en clorita y limonita, ortosa, oligoclasa, magnetita e ilmenita alterada. En el magma predominan los microlitos de oligoclasa con ortosa y cuarzo.

En el mismo lugar, y a muy poca distancia de la porfídita, se encuentra un dique de diabasa que consta de augita convertida en parte en clorita y limonita, oligoclasa, magnetita, ilmenita algo alterada y cuarzo. También en la cumbre de Bellabriga aparece otra que contiene augita cloritizada en gran parte, oligoclasa kaolinizada, ilmenita y óxidos de hierro.

Cerca del puente del Pasteral señala asimismo San Miguel

de la Cámara, diques de diabasa cuarcífera entre las pizarras cristalinas. La roca es compacta, gris verdosa, blanda y pesada. A simple vista se distinguen manchas negras, pequeños granos y prismas de feldespatos, y pirita de hierro en cristales relativamente grandes.

Al microscopio se presenta constituida por una trama de textura ofítica poco clara, de plagioclasa alterado que encierra entre sus mallas clorita, augita violada y cuñas de cuarzo; irregularmente distribuidos se ven fenocristales alargados de labrador, clorita con calcita, procedentes seguramente de la augita, y un piroxeno violado que no se extingue totalmente y debe ser augita titanada. Además de este piroxeno se ve una hornablenda pardo-verdosa que probablemente es primaria. Abundan la magnetita y la calcita, existiendo el cuarzo en proporción suficiente para que se le tenga en cuenta al clasificar la roca.

En las márgenes del Ter, cerca del Pasteral, se encuentran, por último, diques verticales de espilita, dirigidos de NO. a SE., que corresponden a dos tipos. La primera roca es compacta, afanítica, de color negro y aspecto de basalto, pesada, tenaz, con fractura concoidea, que se rompe en esquirlas, que nunca son planas debido a la tendencia a dividirse en bolas. A simple vista sólo se distinguen pequeños cristales negros alargados, granos amarillos muy brillantes de pirita y alguna mancha amigdaloides de calcita.

Examinada en el microscopio aparece constituida por una pasta de elementos muy finos, compuesta de microlitos de feldespato y granos de clorita con textura microlítica. Sobre esta base destacan unos cristales que por su forma recuerdan un piroxeno, aunque aparecen transformados en clorita, calcita y magnetita, y otros de feldespato labrador con pocas bandas polisintéticas bien visibles. La matriz es de composición bastante compleja: microlitos de plagioclasa bastante alterados,

algunos granillos verdes que quizá sean de piroxeno, y, entre ellos, una sustancia verdosa y parda que se supone calcita y augita alterada. En esta pasta hay gran cantidad de granos de ilmenita, esfena y calcita. El cuarzo aparece a veces en escasisima proporción como granos irregulares.

El segundo tipo corresponde a una roca compacta, menos afanítica, de color verde oscuro, casi negro, pesada y muy tenaz. A simple vista se distinguen manchas negras de anfíbol o piroxeno, granillos pequeños blancuzcos y pirita de hierro. Con frecuencia presenta en las fracturas recientes, manchas grandes y aun bandas de color rojizo que constituyen porciones más alteradas.

Al microscopio ofrece una textura análoga a la anterior. Los fenocristales, escasos, deben corresponder a un piroxeno transformado en clorita rodeada de calcita y magnetita, y aun con inclusiones de estos elementos. La matriz se compone de microlitos de plagioclasa alterado, más apretados que en la roca anterior, y otros pardos y verdes de hornablenda y piroxeno. Abundan las agujas de clorita procedentes de estos elementos y se observa bien el tránsito a la última especie. Como minerales accesorios, figuran: ilmenita, esfena, apatito, pirita, epidoto y cuarzo.

Barcelona

En la cadena costera existen numerosas vulcanitas, señaladas por San Miguel de la Cámara (357). Describiremos los principales tipos.

Pórfidos cuarcíferos. — Forman multitud de diques de variado espesor, verticales o muy inclinados y dirigidos principalmente de NE. a SO. A simple vista ofrecen fenocristales de feldespato alterado, cuarzo y láminas de biotita que destacan sobre abundante base afanítica.

Al microscopio muestran textura porfídica holocristalina a veces de tipo granofídico, apareciendo compuestos de fenocristales de feldespato y biotita, y de cuarzo en reducido número. La pasta se halla constituida esencialmente por un agregado de placas feldespáticas que llevan incrustadas cuñas e hilillos de cuarzo vermicular distribuidos caprichosamente, escasos granos de cuarzo y laminillas aciculares de biotita.

Al Oeste del torrente de Can Franquesa existe un pórfido con grandes cristales de cuarzo, feldespato kaolinizado y biotita alterada sobre una base semicristalina que presenta diminutos granillos de cuarzo, escamas micáceas y sustancia isótropa.

En el Collado del Pollo aparece otro con fenocristales de feldespato alteradísimos, cuarzo corroído y abundante biotita transformada en muscovita. La pasta, microgranuda y holocristalina, ofrece los mismos elementos. Muy semejante a éste por su estructura, pero mucho menos alterado, es el de la cantera del torrente de Vilatort, bajo el Reixach, en el cual se reconocen en los feldespatos los caracteres de la ortosa y la oligoclasa más abundante que aquélla. En la pasta microgranuda, predominan el cuarzo y la ortosa; la biotita, escasa, está bien conservada.

En Cañet existe otro pórfido exactamente igual que el del Collado del Pollo, y en el Turó de Miravitges de Pomar, otro como el de Reixach. En el empalme de la carretera de Tiana a la Conreira con la de Badalona a Mollet, se observa uno muy curioso: tiene fenocristales grandes y numerosos de ortosa y oligoclasa; muchos de cuarzo idiomorfos con inclusiones de rutilo, y menos y más pequeños de biotita con apatito y zircón. La pasta es microgranuda.

En la Sierra de Santa Coloma de Gramanet hay un pórfido notable por la abundancia de esferolitos en la pasta, formados

por fibras finísimas y envueltos por base granular ultrafina con fondo isótropo.

El del camino de la riera de Vallensana presenta grandes fenocristales de cuarzo más o menos corroídos y rodeados con frecuencia de hermosas aureolas micropegmatíticas o microperfiticas de ortosa y oligoclasa, y de biotita cloritizada, rica en inclusiones. La pasta se compone de abundantes láminas de biotita, granos de feldespato y cuarzo, y abundantes placas feldespáticas con cuarzo vermicular o micropegmatítico.

Felsófidós. — Son análogos a los pórfidos cuarcíferos, de los que se diferencian a simple vista por la escasez de fenocristales de cuarzo y abundancia de los de feldespato. Su color varía bastante, pero siempre dentro de tonos verdosos más o menos oscuros y con acusado espectro petrosilíceo. A simple vista se reconocen multitud de cristales de feldespato, otros pequeños de biotita y muy escasos de cuarzo, que arman en una pasta completamente afanítica.

Con el microscopio se reconoce su textura porfídica hipocristalina con pocos fenocristales; los más y de mayor tamaño son de feldespato y corresponden a la ortosa y la oligoclasa; la biotita forma laminillas de variado tamaño, y el cuarzo, rarísimo, sólo ofrece algún cristal corroído y pequeño. La pasta aparece como un vidrio profundamente alterado, cargada de productos de desvitrificación, granillos de cuarzo y feldespato y escamitas de mica. Como elemento accesorio merece citarse la pirita de hierro en cubitos limonitizados.

En la Sierra de Santa Coloma de Gramanet se observa otro como el anterior, pero la pasta se compone de algunos cristales idiomorfos, con forma de microlitos, de oligoclasa, láminas de biotita, apatito, granos de ilmenita y esfena, sobre base vítrea con productos de desvitrificación. Lo más curioso de esta roca es la transformación de la biotita cloritizada en calcita.

Felsitas. — Se incluyen entre éstas unas rocas semejantes a simple vista a las porfiditas o a los felsófidos, de los cuales sólo se diferencian macroscópicamente por la falta o gran escasez de fenocristales. Son rocas compactas, verdes, azuladas, amarillentas, grises y hasta de color blanco, completamente afáníticas, muy duras. A simple vista se reconocen escasísimos y diminutos cristales de feldespato y cuarzo. El microscopio permite ver una base casi sin acción sobre la luz polarizada, sembrada de productos de desvitrificación, sobre los que destacan granillos de cuarzo y magnetita y pajuelas de mica.

Al Este de la riera de Can Franquesa aparece una, compuesta de pequeños cristales porfídicos de feldespato convertidos en calcita, y laminillas de biotita cloritizada, sobre abundante pasta felsítica, finamente granular, con base isótropa. Repartidos por la roca hay muchos cristales de piritita limonitizada.

La felsita del Turó del Infern, de Premiá de Mar, tiene escasas laminillas de biotita que arman sobre una base homogénea en luz ordinaria, pero que entre los nícoles cruzados se comporta como finísimamente granular, y parte sin acción sensible sobre la luz polarizada.

Porfiditas. — Son casi siempre afáníticas y poco porfídicas, con colores verde a negro. Se presentan en diques que atraviesan el granito, y en muchos casos a los pórfidos graníticos, sieníticos y cuarcíferos, lo cual hace creer que son las rocas más modernas de toda la serie eruptiva. En general, pueden referirse a las andesitas, pero el mal estado de conservación de los feldespatos, impide asegurar si algunas corresponden al magma traquítico. En otros casos, por no conservarse la composición mineralógica primitiva y borrarse los caracteres ópticos de los feldespatos, no puede tampoco distinguirse si son del tipo andesítico o del diabásico.

Las porfiditas andesíticas son compactas, no porfídicas y de color gris verdoso. A simple vista sólo se distinguen algunas caras de exfoliación del feldespato sobre una base homogénea completamente afánítica y de aspecto de felsita.

Con el microscopio se reconoce una textura microlítica fluidal, compuesta de escasos fenocristales de feldespato, pocos de clorita derivada de la biotita, y cuarzo, probablemente secundario, sobre una matriz integrada por microlitos de oligoclase, alguno de ortosa y clorita.

De los numerosos ejemplares estudiados, pueden hacerse tres grupos: holocristalinas de textura traquítica, porfídicas de pasta hipocristalina, y no porfídicas con matriz microlítica fluidal, holocristalina o con base vítrea.

Entre las del primero puede citarse una de la Sierra de Santa Coloma de Gramanet con fenocristales de feldespato y biotita o anfíbol alterados, sobre abundante pasta fluidal con microlitos de feldespato dominantes, pocos elementos ferromagnesianos y granillos de cuarzo. Otra del camino de encima de la ermita de San Jerónimo de la Murtra, se diferencia de ésta por presentar fenocristales kaolinizados de ortosa y epidotizados de plagioclase, clorita con restos de hornablenda y muy escasos de cuarzo, sobre pasta microlítica de feldespato, clorita, algo de cuarzo, epidoto y magnetita.

Las del segundo grupo son más frecuentes. En el Turó del Infern (Premiá) aparecen con fenocristales de feldespato alterado y biotita, sobre abundante matriz microlítica fluidal formada por oligoclase, clorita o biotita verdosa y base felsítica. Otros elementos son la esfena, magnetita, kaolín, muscovita, epidoto, apatito y piritita.

En el arroyo del Fregóns, entre Cañet y Pomar, existe otra que sólo posee fenocristales escasos de anfíbol completamente cloritizado, sobre pasta de microlitos de oligoclase y hornablenda, granos de cuarzo y base felsítica alterada.

En Pomar de Dalt se encuentra una porfidita con pequeños fenocristales a manera de grandes microlitos de feldespato, clorita y biotita. La pasta, muy abundante, es francamente fluidal, con microlitos finísimos de oligoclasa, laminillas de biotita y clorita, y base vítrea algo alterada y menos abundante que la parte microlítica.

Las del tercer grupo, que a simple vista se confunden fácilmente con las felsitas, son también bastante frecuentes. En el camino viejo de Badalona a Moncada, se ve una completamente afanítica que en el microscopio deja ver su constitución microlítica fluidal con elementos casi exclusivamente feldespáticos en que con dificultad se aprecian los caracteres de la oligoclasa. El elemento negro, muy escaso, es la biotita, y la base, abundante, posee naturaleza vítrea. Otra porfidita del camino de Pomar a Cañet, es muy semejante a la descrita.

Diabasas. — Abundan extraordinariamente en la vertiente al Llobregat del macizo del Tibidabo, donde atraviesan a las pizarras silurianas formando innumerables diques y venas. No son tan frecuentes en el Montseny y en las demás formaciones paleozoicas de la provincia.

Presentan caracteres muy semejantes, pero la alteración por un lado y el dinamometamorfismo por otro, les dan aspectos externos variados, no sólo de coloración sino también de textura, llegando en muchos casos hasta ser completamente pizarreñas y confundirse con las rocas silurianas. Los planos de pizarra son paralelos y parecen a primera vista filadidos concordantes e interestratificados con los silurianos, lo cual prueba que la pizarrosidad la han adquirido a la vez y por la misma causa.

Hay algunas que difieren completamente de la generalidad y son epidioritas de elementos gruesos con aspecto exterior de sienitas o dioritas.

Las primeras son de color gris verdoso, blandas, pero muy

tenaces, con olor arcilloso y disyunción en paralelepípedos. A simple vista están formadas por gruesos prismas de un mineral verde oscuro con brillo craso o mate, uralita y clorita, sobre masa feldespática que no siempre se resuelve en granos o elementos discernibles como el elemento oscuro, y granos verdes pistacho de epidoto.

El microscopio demuestra que son diabasas de grano grueso y textura ofítica cuyos piroxenos han sido completamente transformados en anfíbol, hornablenda uralítica, acicular unas veces y laminar o granuda otras, que a su vez se transforma en pennina con separación de granos de epidoto, esfena y magnetita. El feldespato aparece también alterado y se presenta en prismas alargados y entrecruzados. Cuando está fresco, ofrece los caracteres del labrador.

En el Torrente de las Abeuradas, aguas abajo del Muley, en término de Molins del Rey, existe otra amigdaloide, compacta, de color gris amarillento, blanda y consistente, algo frágil y con disyunción cúbica en grande. A simple vista se distinguen multitud de amígdalas de calcita espática del tamaño de perdigones y algo de pirita, sobre base completamente afanítica.

Con el microscopio se reconoce la textura microlítica intersticial amigdaloide. Arman sobre una base de microlitos feldespáticos entrecruzados según el modo ofítico, de composición intermedia entre la andesina y el labrador. Los elementos negros, están totalmente transformados en productos cloríticos, serpentinosos y calcita. La base intersticial o intermicrolítica, es un vidrio que ha segregado abundantes productos ferruginosos.

Las diabasas ordinarias y más características de la provincia son de grano fino, color gris verdoso más o menos oscuro, hasta negro, blandas, con raya blanca, disyunción poliédrica pizarrosa algunas y todas con pátina pardo-rojiza de limonita. A simple vista se distinguen cuando más, granos

blancos de feldespato y negros o verdes de piroxeno, anfíbol o clorita, manchas ocráceas y algún granillo de epidoto.

Con el microscopio, las más típicas y no cataclásticas, ofrecen textura ofítica con grandes microlitos de feldespato labrador, láminas y granos tabulares de igual especie. El piroxeno ofítico está completamente transformado en anfíbol y clorita; sólo en un ejemplar del macizo del Tibidabo se ha observado un piroxeno dialágico en vías de uralitización. Abundan los granos y placas de ilmenita, a veces con las características formas y asociaciones con leucoxeno. En menor proporción existen apatito, epidoto, calcita y cuarzo granular escaso.

En las alteradas aparecen productos cloríticos y serpentinosos isótropos, mucha calcita, epidoto, limonita, esfena y feldespato epidotizado. En ciertos casos se observa un poco de biotita y en otros muscovita secundaria.

De los cinco períodos eruptivos que San Miguel de la Cámara (351) señala en la cadena costera catalana, el más antiguo, consecuencia de las fases orogénicas caledonianas, corresponde a las diabasas del curso inferior del Llobregat, cuyos diques atraviesan las pizarras gotlandienses pero no las calizas devonianas ni las grawackas carboníferas.

A la fase herciniana corresponden las erupciones que inyectaron los diques de pórfidos cuarcíferos, los cuales cortan a las formaciones silurianas y devonianas, y en ciertos puntos a las carboníferas. Después de esta fase se formaron los pórfidos negros, que por su composición se asemejan a las dacitas y a los pórfidos dioríticos.

Las erupciones de porfiditas corresponden a las fases orogénicas alpinas, siendo quizá postpirenaicas.

Tarragona

Pórfidos cuarcíferos. — Las labores de las minas del Priorato cortan algunos diques de pórfidos, que, según San Miguel de la Cámara (293), pertenecen a tres tipos: uno, correspondiente a los microgranitos; otro, que se diferencia por la falta o escasez de fenocristales de cuarzo y la menor proporción de feldespato, y el tercero, que es un pórfido felsítico.

De los primeros nos ocupamos oportunamente al tratar de los pórfidos plutónicos de esta provincia. Los del segundo tipo, que corresponden a felsófidos euríticos, aunque tienen análoga composición e igual estructura microscópica, ofrecen a simple vista tres formas de diferente aspecto. La más abundante es una roca compacta, de grano tan fino que ni con la lente puede resolverse, aspecto de felsita, color gris amarillento o blanco con manchas terrosas y disyunción en losas.

A simple vista se distinguen algunos pequeños fenocristales de feldespato blanco kaolinizado, biotita transformada en ocre, y cuarzo muy escaso. Se observan también una dolomía manganesífera que forma venas, granos de calcopirita y galena, que abundan en toda la masa de la roca.

Con el microscopio se reconoce una textura porfídica holocristalina, compuesta de fenocristales de feldespato, indeterminables por su alteración; biotita transformada en productos ferruginosos, y cuarzo corroído sobre pasta eurítica constituida esencialmente por cuarzo y masa feldespática alterada, aunque no tanto como los fenocristales, plaquitas y granos de calcita, algo de epidoto, apatito y pirita de hierro.

Otros ejemplares de estos pórfidos son de color rojizo, con más fenocristales de feldespato, biotita poco abundante, cuarzo escasísimo y pasta afanítica de color rojo ladrillo. Al microscopio tienen igual textura y composición, pero la ortosa

aparece fresca y la biotita no está tan descompuesta. La pasta posee feldespato menos alterado y diminutas laminillas de biotita bien conservada.

Otros ejemplares de color blanco, profundamente alterados, hasta el punto que se deshacen entre los dedos, tienen a simple vista el aspecto de roca granitoide, y en preparación microscópica presentan igual textura y composición que los anteriores.

Los pórfidos del tercer tipo o felsófidos constituyen una forma menos cristalina que los anteriores. Son compactos, con aspecto de felsita, color gris o amarillento, muy duros y fuerte olor arcilloso. A simple vista se distinguen fenocristales escasos de feldespato, algunos más de biotita descompuesta, muy pequeños y escasos de cuarzo, bastante calcita en placas y venas y algo de galena.

Al microscopio presentan textura porfídica hipocristalina con fenocristales escasos de cuarzo, muy corroídos, y feldespato descompuesto; láminas de biotita más abundantes y alteradas; calcita y algo de rutilo, sobre pasta formada de placas irregulares de feldespato, quizás ortosa, laminillas de biotita y muscovita, y granillos de cuarzo en una base isótropa y cargada de productos de alteración. El apatito aparece en fenocristales y en la pasta.

Diabasas. — En el Coll de Mas Vell-Mas Riudecans, San Miguel de la Cámara (318) señala una roca compacta muy alterada, de color gris, blanda, pero consistente, y con patina pardo-rojiza oscura. A simple vista se distinguen placas grandes de dialaga transformada en productos ferruginosos, prismas ofíticos de feldespato y granos verdes o pardos de piroxeno alterado.

Con el microscopio se reconoce fácilmente la textura ofítica, viéndose formada por labrador fresco muy escaso y abundante feldespato indeterminable; dialaga, transformada hasta

no quedar el más insignificante residuo, en uralita, clorita, calcita, ilmenita y limonita; cuarzo, y una zeolita, producto de alteración del feldespato. Esta zeolita, que se asocia siempre al cuarzo y a la calcita, parece ser la prenitita, encontrada ya en unas diabasas de Camarena.

La roca del Coll de Mas Vell, carretera de Hospitalet a Mora, es una diabasa profundamente alterada, disgregable, de color gris. A simple vista ofrece granos y prismas de feldespatos que aíslan espacios ocupados por un mineral verde oscuro.

Al microscopio muestra claramente su textura ofítica y se ve compuesta de un plagioclasa alterado, probablemente labrador, en cristales alargados y en placas; granos escasos de augita incolora, y más abundantes de uralita finamente fibrosa y parda o verde; algunas laminillas de biotita, productos ferruginosos, magnetita, limonita, calcita y algo de apatito.

La diabasa olivínica de Rasquera, profundamente alterada, tiene color pardo de limonita con manchas blancas, siendo blanda, frágil y deleznable. A simple vista se perciben granos de feldespato alteradísimo, masas pardas de limonita y, entre ellas, algún grano negro, brillante, de augita.

En preparación microscópica se reconoce claramente la textura ofítica de elementos bastante grandes, y se ofrece compuesta de prismas largos de labrador y placas del mismo mineral en los espacios ofíticos; grandes augitas no ofíticas, que se cargan de productos de su alteración y que llevan incluidos pequeños prismas de feldespato; son incoloras y con caracteres de dialaga; cristales de olivino, que tampoco intervienen en la textura ofítica, transformados en un producto serpentinoso; venas de crisotilo, abundantes barras de magnetita y granos de limonita.

En el kilómetro 7 de la carretera de Hospitalet a Mora, aparece otra ofita de grano fino, compacta, muy alterada, de

color gris, blanda y frágil. A simple vista no puede reconocerse ninguno de sus componentes, pero con el microscopio se observa una textura ofítica de elementos muy finos. Está compuesta de microlitos de plagioclasa alterado que se cruzan, y espacios ofíticos ocupados por calcita, uralita y productos ferruginosos, todo ello resultado de la alteración del piroxeno. Es una roca del tipo de las ofitas compactas de Macpherson.

Basaltos. — No se habían encontrado en esta provincia hasta 1924 en que fueron recogidos algunos ejemplares por Faura y Bataller. San Miguel de la Cámara (318) ha estudiado algunos de ellos que resultan semejantes a los de la zona de Olot.

El basalto del Tosca-Alfara, es una roca compacta, de color negro, muy dura y tenaz, con disyunción irregular y pátina pardo-rojiza. A simple vista se distinguen gránulos negros brillantes de augita y verde-amarillentos de olivino y serpentina, sobre base negra afanítica.

Con el microscopio se ve que es un basalto de textura dolerítica muy semejante a la de algunas traquidoleritas de la región de Olot. Se compone de microlitos de labrador, granos y placas del mismo feldespato, augita basáltica y olivino parcial o totalmente serpentizado. Existen, además, grandes cristales porfídicos de olivino y augita titanada.

La roca del Castell de Alfara es compacta, de color pardo oscuro o negro, más blanda que la anterior, con disyunción en bolas y pátina pardo-rojiza oscura. A simple vista no se distingue elemento alguno.

Al microscopio se ofrece con textura microlítica fluidal, muy parecida a la traquítica no sólo por la forma de los microlitos sino también por el predominio de los elementos feldespáticos sobre los negros. Se compone de fenocristales de augita basáltica y olivino serpentizado, hallándose formada la pasta por numerosos microlitos de andesina-oligoclasa, gra-

nos de augita basáltica, alguno de olivino serpentizado y bastantes de magnetita.

El basalto de Benifallet es compacto y está más alterado que el anterior. Se raya fácilmente con la navaja y el polvo es de color gris. A simple vista no se distingue elemento alguno.

Con el microscopio se ve que es un basalto curioso que ofrece dos tipos en una misma preparación: el dolerítico como el de El Tosca y el microlítico como el del Castell de Alfara. En la parte microlítica hay además base vítrea o nefelínica que falta en la dolerítica, y los límites entre ambas partes están perfectamente marcados.

La porción dolerítica se compone de cristales de olivino completamente serpentizados y de augita basáltica fresca en grandes cristales frecuentemente rotos; microlitos tabulares de labrador y granos de magnetita.

La parte microlítica es pobre en cristales porfídicos; éstos son ordinariamente pequeños y de augita y olivino serpentizado como en la otra parte. La pasta es aquí muy diferente, hallándose formada por finos microlitos de un plagioclasa más ácido, dispuestos en haces o corrientes, granos de augita en menor proporción y más escasos de olivino, sobre base homogénea casi isotropa que puede ser vidrio alterado o nefelino de relleno.

Meláfidos. — San Miguel de la Cámara ha estudiado también en la provincia algunas de estas rocas que aparecen idénticas a las de Mallorca y Castellón.

En Bosc Negre-Alfara existe uno compacto, de color de chocolate, relativamente blando y consistente, muy alterado y con disyunción irregular. A simple vista parece un basalto alterado en el que se perciben pequeñas masas blancuzcas de calcita y serpentina, diminutos granos negros de augita y rojizos de olivino limonitizado, sobre base afanítica de aspecto de limonita.

Con el microscopio se reconoce la textura microlítica fluidal, y se ve compuesto de fenocristales de augita y olivino, microlitos de feldespato alterado y una base rica en limonita, serpentina y calcita.

El meláfido amigdaloido de Pauls es de color pardo oscuro, compacto, muy alterado, blando y quebradizo. A simple vista aparece escoriáceo y con amígdalas amarillentas de calcita y serpentina sobre base afanítica con aspecto de limonita.

Con el microscopio se reconoce la misma estructura amigdaloido y además una textura fluidal compuesta de microlitos en haces y corrientes, muy apretados, de andesina-oligoclasa, cristales escasos y pequeños de olivino y augita, y grandes amígdalas de calcita y serpentina verde esferolítica. La estructura es muy semejante a la del basalto del Castell de Alfara, pero escoriáceo.

En el Coll d'en Guasch-Pauls aparece otro meláfido compacto y alteradísimo de color pardo de limonita, blando y poco consistente. A simple vista se ve escoriáceo, con multitud de pequeñas masas irregulares de relleno y manchitas blancas de calcita y serpentina sobre masa con aspecto de limonita.

El microscopio demuestra que se trata de un tipo con aspecto muy diferente al de los anteriores; corresponde al tipo llamado «navita» con microlitos tabulares de feldespato alterado y algún fenocristal de la misma sustancia; cristales de olivino alterado y augita completamente transformada en limonita. La pasta consta de microlitos y granos menores de los mismos elementos, sobre base indefinible muy rica en productos ferruginosos. Destacan entre estos materiales grandes masas de calcita de relleno y multitud de cavidades irregulares ocupadas por un producto con aspecto de serpentina calcedoniosa.

Estas rocas, que atraviesan el triásico como las mallorqui-

nas, parecen indicar un paralelismo en la historia geológica de Tarragona, Mallorca, Castellón y Valencia. Desde luego, las vulcanitas postpaleozoicas de Baleares y Levante, forman una familia petrográfica bien definida.

Baleares

El análisis microscópico de los ejemplares recogidos en Mallorca por Darder, ha permitido a San Miguel de la Cámara (288) reconocer en la isla un *pechstein* de gran interés geológico y petrográfico, y una serie de porfíditas y meláfidos de basicidad creciente desde las rocas de Aubarca (Lluch) hasta los meláfidos augíticos con aspecto basáltico de la Caleta (Pollensa) y los hipersténicos con grandes elementos de Sóller, pasando por una serie de tipos con pequeños y escasos fenocristales de olivino, a los meláfidos sin peridoto de la Caleta y Balitx de Mitx.

Pechstein. — Aparece en Sóller, siendo una roca compacta de color negro o pardo oscuro, con manchas rojizas y blancas, muy dura y frágil. A simple vista se distinguen algunos cristales blancos de feldespato e incoloros de cuarzo sobre el vidrio.

Con el microscopio se ve compuesta de una masa amarillenta enturbiada por finísimo polvo negro que se dispone en elegantes bandas, caprichosamente replegadas, que se cruzan unas con otras. En luz ordinaria se distinguen tres partes: una amarilla, otra incolora, y las zonas cubiertas de polvo negro sobre las que se ven esferitas de color más oscuro, separadas del resto de la masa por un borde negro y algunas perlitas. Las partes amarillas, observadas con gran aumento, se ven cargadas de cristalitos, y las más oscuras encierran innumerables globulitos de pequeñísimo tamaño que aparecen siempre orientados en línea. Entre nicoles cruzados se divide la masa

en tres partes: una de vidrio homogéneo, otra de vidrio esferolítico y otra felsítico-eurítica. La segunda se ve constituida por esferolitos feldespáticos de tamaño relativamente grande. La masa incolora, menos abundante, se ve compuesta de un finísimo agregado granular birrefringente, con algunos granos de limonita; es difícil reconocer su naturaleza, pero admitiendo que sea un producto de desvitrificación del magma, hay que pensar que se compone de cuarzo y feldespato, únicos elementos individualizados en la roca. Sobre esta masa vítrea destacan algunos fenocristales de oligoclasa, sanidino y cuarzo de pequeño tamaño.

Porfíditas andesíticas. — Las de Aubarca (Lluch), estudiadas por Vidal y Adán de Yarza (113), han sido examinadas de nuevo por San Miguel de la Cámara. Una de ellas es compacta, verde, alterada, ligera, blanda y frágil. A simple vista se distinguen algunos cristales verde oscuros, casi negros, y otros más claros, productos de alteración de los elementos porfídicos, sobre abundante pasta afanítica.

Observada con el microscopio muestra textura traquítica fluidal, compuesta de fenocristales de feldespato muy alterado y elemento negro transformado en serpentina y clorita, sobre pasta microlítica, esencialmente feldespática, rica en vidrio. El feldespato porfídico debía ser más básico que el microlítico, pues por alteración da gran cantidad de calcita, cuarzo y kaolín-labrador-andesina. Los microlitos son de oligoclasa y están mejor conservados; algunos más gruesos son de sanidino. La base que empasta los elementos, es un vidrio profundamente alterado, de color verde claro, sembrado de multitud de manchas que son productos de su alteración.

Otro tipo difiere de éste por su mayor acidez; tiene igual textura, pero son pocos y más pequeños los fenocristales y falta por completo la serpentina.

Porfíditas augíticas. — En la Caleta aparecen dos tipos,

estudiados también por Adán de Yarza y San Miguel de la Cámara, completamente distintos por su aspecto externo y estructura. El primero es una roca compacta, de grano relativamente grueso, pesada, blanda, muy frágil, con grandes manchas verdes de serpentina y pardas de limonita. A simple vista se reconocen amígdalas blancas de calcedonia, granos de cuarzo, venas verdes de serpentina, venulas amarillas de crisotilo, granillos negros brillantes de piroxeno y prismas largos de feldespato.

Observada con el microscopio, ofrece textura ofítica con cristales alargados de labrador y andesina, que se cruzan en todos sentidos, limitando espacios ocupados por serpentina y una sustancia isótropa o felsítica con gran cantidad de limonita y magnetita. Aunque escasos, se ven algunos individuos idiomorfos de augita completamente transformados en serpentina coloide.

En algunos campos de la preparación tiene esta roca caracteres de ofita, pero en otros recuerda los meláfidos. El estado de alteración no permite clasificarla con seguridad de acierto, pues tiene algunos de los caracteres de los meláfidos con grandes elementos de Sóller sin fenocristales de olivino, y, en cambio, es tan clara la textura ofítica en otras partes de la roca que parecería más acertado incluirla en el grupo de las diabasas.

Los ejemplares del segundo tipo son muy curiosos, pudiendo clasificarse, a pesar de su alteración, como porfíditas augíticas o diabásicas. La estructura y aspecto son semejantes a la de los meláfidos de esta zona, pero difieren por la pequeñez del feldespato y la falta de olivino. La roca es compacta, alterada, de color gris oscuro. A simple vista se distinguen venas y amígdalas de calcita, granos de cuarzo, fenocristales de feldespato verdoso, manchas verdes de productos serpentinosos y abundante pasta afanítica.

Al microscopio muestra textura intersticial microofítica, compuesta de numerosos microlitos tabulares de feldespato, labrador y andesina, que limitan espacios ocupados por una sustancia que se ha transformado en magnetita, calcita y serpentina. A juzgar por la cantidad de esfena que hay entre los feldespatos, dicha sustancia debió ser augita titanada. La base, observada con gran aumento, se ve constituida por una sustancia ligeramente violácea e isótropa, sembrada de gran número de granillos de óxido de hierro y algunos de esfena, lo que prueba la riqueza de esta roca en titanio.

Un ejemplar de Balitx de Mitx parece corresponder a un término intermedio entre la descrita y las andesíticas que estudiamos antes. Es compacta, de color pardo, blanda y frágil. A simple vista no se distingue elemento alguno, y se ve atravesada por venas de un producto verde serpentinoso y con manchas de la misma sustancia.

En preparación microscópica ofrece textura microlítica, con microlitos de menor tamaño que el anterior; la disposición microofítica no es tan manifiesta, pero resulta evidente la tendencia a ella; los espacios interfeldespáticos están ocupados por vidrio, magnetita, limonita y serpentina. Aunque escasos, pueden observarse fenocristales de oligoclasa profundamente alterados. El elemento negro, completamente transformado, no permite reconocer el grupo a que pertenecía, pero la presencia de esfena, relativamente abundante, induce a pensar que existiría la augita titanada. Esta roca por su feldespato se aproxima más a las porfiditas andesíticas que a las augíticas.

Meláfidos. — Pueden dividirse en augíticos e hipersténicos, labradóricos y oligoclásicos, con o sin olivino. Fouqué y Michel-Lévy los clasifican en andesíticos con oligoclasa dominante, y labradóricos con predominio de este feldespato sobre los demás.

Es indudable que en la serie hay dos tendencias: una, sin

olivino o con muy escasa proporción de él, que les aproxima a las diabasas, y otra, con dicho mineral abundante, que les acerca a los basaltos plagioclásicos. La primera serie, por el predominio de la oligoclasa, pasa a las porfiditas andesíticas.

En la Caleta (Pollensa) se han recogido ejemplares que pueden definirse como verdaderos basaltos y que indudablemente son idénticos a los tipos de Vignolas, estudiados por Fouqué y Michel-Lévy (182). Semejantes a éstos, pero más alterado, hipersténico y con los caracteres de meláfido más evidentes, es uno de los tipos de Sóller. Los elementos negros van haciéndose mayores y profundamente alterados en los demás ejemplares hasta llegar a los tipos de Sóller, con grandes olivinos e hiperstenas, y al de Es Rafal Bañolbifar, con fenocristales igualmente grandes.

La roca de la Caleta es compacta, dura, de color negro con manchas blancas y amarillas. A simple vista se distinguen cristales de olivino alterado y multitud de manchas, productos de alteración del vidrio de la pasta, sobre abundante matriz homogénea de aspecto de pechstein.

En el microscopio muestra textura microlítica con fenocristales de elementos ferromagnesianos, como la de los basaltos plagioclásicos. Los cristales de olivino, idiomorfos o corroídos, están completamente transformados en bowlingita; el borde es siempre de color rojo intenso y el núcleo verde amarillento o incoloro. A veces la sustancia roja, policroica en ciertos casos, se encuentra también en el centro. Los fenocristales de augita, perfectamente conservados, casi siempre ofrecen estructura zonar. Aunque escasos, se observan algunos cristales porfidicos de labrador y sanidino, que han sido atacados por el magma más básico, formándose a su alrededor una aureola kelifítica de feldespato y piroxeno envuelta por otra de diopsida. La pasta se compone de pequeño sgranos de olivino bowlingitizado, augita fresca y microlitos muy finos

de labrador, sobre base isótropa poco abundante. El vidrio es incoloro y muy básico. Cuando se observa con pequeños aumentos, aparece de color pardo oscuro. Con 200 diámetros se ve que tal coloración es debida a la presencia de diminutos granillos de óxido de hierro que en gran número se encuentran en el vidrio.

También existe en la Caleta un conglomerado volcánico muy alterado, que se disgrega al apretarlo entre los dedos. A simple vista sólo se distinguen algunos granos verdosos de serpentina sobre abundante base afanítica; la roca aparece atravesada por multitud de venas anchas de color más claro, que envuelven fragmentos sueltos de la masa eruptiva.

Al microscopio se ve que esta última es un meláfido muy alterado análogo al de la misma localidad, pero más rico en vidrio y de elementos porfídicos muy pequeños. Los fragmentos de esta roca aparecen envueltos por masas de sílice, con más o menos cantidad de óxido de hierro, que suele formar una capa que separa los fragmentos eruptivos de la sustancia envolvente.

Uno de los tipos de meláfidos muy básicos de Sóller es compacto, pesado, algo blando, de color pardo oscuro, con amígdalas blancas de calcita y manchas verdes de serpentina. A simple vista se distinguen cristales negros brillantes, de hiperstena y rojos de olivino alterado, multitud de prismas blancos de feldespato y abundante pasta pardo-rojiza.

Al microscopio ofrece textura porfídica compuesta de fenocristales de feldespato, olivino e hiperstena, microlitos y cristales pequeños de los mismos elementos y base vítrea.

Otro tipo, semejante al anterior, es compacto, pero muy blando, profundamente alterado, de color gris, con manchas verdes y de ocre. A simple vista pueden reconocerse piroxeno y olivino alterados, pero los elementos feldespáticos se distinguen difícilmente.

El feldespato se ofrece al microscopio en microlitos y cristales porfídicos alargados y estrechos, asociados según la textura ofítica, correspondiendo al labrador, andesina y oligoclasa. El olivino, más escaso que la hiperstena, siempre se presenta bowlingitizado o transformado en productos ferruginosos. La hiperstena, muy abundante y en grandes láminas, es incolora o ligeramente verdosa, y se altera en un producto pardo rojizo y policroico, que no es otra cosa que el mismo mineral impregnado de óxido de hierro. Abunda la calcita en granos, venas y amígdalas, y tapiza además ciertas cavidades circulares ocupadas por una serpentina con estructura esferolítica y calcedionosa. La pasta es escasa y contiene poco vidrio que ordinariamente se ha transformado en serpentina, sílice y productos ferruginosos.

Un tercer tipo corresponde a una roca gris-verdosa con manchas negras, también blanda, poco coherente y muy alterada. A simple vista se distinguen granos negros o pardos de olivino y piroxeno, y blancos de feldespato, sobre una masa amarillenta rica en serpentina.

Con el microscopio se ve compuesto por grandes fenocristales de olivino y piroxeno, sobre pasta formada por apretada trama de microlitos feldespáticos, y granos de aquellos elementos completamente alterados, con textura microofítica y base serpentinizada.

Otro de los tipos de meláfidos de Sóller lo constituyen los ejemplares de elementos medianos o finos y con menor cantidad de especies ferromagnesianas. Corresponden a una roca compacta, pesada, de color gris oscuro o pardo, muy blanda y alterada. A simple vista se percibe abundante masa afanítica y algunos granos rojos y negros.

Con el microscopio se ve una asociación de aspecto diabásico, formada por microlitos de feldespato, granos de serpentina y óxido de hierro. Domina el feldespato, que forma la

base de la roca y se ofrece en apretada trama de prismas con tendencia a la textura ofítica unas veces y a la fluidal otras; en general, son de andesina y oligoclasa y algunos cristales se aproximan al labrador. El olivino sólo aparece en pequeños fenocristales, siempre transformados en bowlingita, y el piroxeno, más escaso aún, forma cristales idiomorfos completamente limonitizados. En la pasta no hay nada de vidrio.

Otro ejemplar difiere notablemente por sus caracteres externos y el estado de los elementos ferromagnesianos. Es una roca escoriácea, parda, con abundantes amígdalas blancas. A simple vista se distinguen algunos cristales brillantes de piroxeno, granos rojizos y prismas de feldespato, sobre abundante pasta oscura con tinte rojizo. Al microscopio ofrece igual estructura que los anteriores.

La roca de Es Rafal Bañolbufar tiene alguna analogía con los tipos de Sóller de grandes fenocristales, pero difiere por sus caracteres externos, mayor proporción de feldespato y menor tamaño de los microlitos. Es compacta, verdosa, muy alterada y blanda. A simple vista se observan láminas brillantes rojizas de hiperstena alterada y cristales de olivino serpentizado sobre abundante pasta feldespática verdosa, casi afanítica.

Al microscopio muestra textura porfídica holocristalina, con fenocristales de piroxeno de tamaño relativamente grande y de olivino más pequeños, sobre pasta microlítica con disposición ofítica de sus elementos. Esta última ofrece microlitos feldespáticos de la serie oligoclasa-andesina y algunos de labrador que envuelven granillos de olivino y piroxeno alterados.

Otro tipo procedente de Sóller difiere de los anteriores en muchos de sus caracteres. Es una roca compacta, gris, alterada y blanda, que se halla atravesada por multitud de venas de calcita y serpentina. A simple vista se distinguen algunos cris-

tales pequeños de piroxeno y olivino, sobre pasta gris completamente afanítica.

En preparación microscópica se ve compuesta de dos partes: la roca eruptiva y los productos que rellenan sus grietas y unen entre sí los fragmentos endógenos. Estos se componen de una pasta formada casi exclusivamente de finos microlitos de plagioclasa, probablemente labrador, y fenocristales pequeños, poco abundantes, de olivino e hiperstena.

Las venas son de calcita pura, serpentina o ambos minerales, con o sin cuarzo.

Teschenitas. — En Ferragut (Mahón) aparece la primera teschenita encontrada en territorio español, que ha sido examinada por San Miguel de la Cámara (316). Es una roca compacta, de grano mediano, color gris muy oscuro, dura y tenaz, con disyunción irregular y pátina pardo-rojiza. A simple vista se reconocen granos blanco-rosados de feldespato y negros de augita y anfíbol.

Al microscopio se ofrece con textura hipidiomorfa, tendiendo en algunos campos a la ofítica, compuesta de feldespatos, anfíbol, piroxeno, analcima, clorita, esfena, calcita, algo de epidoto y cuarzo. Los feldespatos son difícilmente especificables por su alteración, pero pueden referirse a la ortosa y a un plagioclasa de la serie andesina labrador. El anfíbol y el piroxeno, idiomorfos, aparecen como incrustados en la masa del feldespato; el primero, de color pardo, por sus constantes ópticas, se aproxima más que a ninguna otra especie a la barkevita, y el segundo, correspondiente a la augita titanada, es de tinte cárdeno y se altera en productos cloritosos aunque mucho menos que aquél. Entre estas especies y el feldespato quedan espacios triangulares ocupados por una sustancia que por su modo de presentarse se atribuye a la analcima. La clorita, magnetita, esfena y epidoto, están siempre en relación con el anfíbol y el piroxeno; la calcita aparece en grandes placas y

el cuarzo en granos y placas de relleno. Todos estos minerales son secundarios, a excepción de la magnetita, que, por lo menos en parte, es de origen primario.

Aunque Fouqué y Michel-Lévy (182) se ocuparon de una porfídita andesítica de Ferragut, la estructura y composición de la misma no pueden ser más diferentes de la que hemos descrito.

Camptonitas. — Mallada (218) ha descrito como andesita una roca de la Cala del Figueral (Ibiza), que Vidal y Molina (128) consideraron como andesita anfibólica, compuesta de anfíbol de color castaño y grandes fragmentos de piroxeno amarillo-rosado en íntima unión con aquél. La base posee innumerables pequeños fragmentos y microlitos de anfíbol, algunos trozos de piroxeno, abundante magnetita y numerosos cristales de feldespato muy turbio.

Esta roca, según San Miguel de la Cámara (316), constituye una camptonita de textura francamente porfídica, compacta, de color gris claro con manchas negras, dura y consistente. A simple vista se distinguen claramente cristales negros muy brillantes de piroxeno y anfíbol sobre base gris clara, granuda, cuyos componentes no pueden reconocerse.

Al microscopio aparece compuesta de grandes fenocristales de augita aegirínica y diopsídica, y anfíbol barkevikita sobre base granuda de feldespato, piroxeno, anfíbol, abundante magnetita y prismas de apatito. El feldespato es anortosa y albita, y el piroxeno se transforma en una serpentina verdosa que puede clasificarse como bastita.

Castellón

San Miguel de la Cámara (287) ha estudiado una diabasa recogida en el valle del río Escalona, procedente de la Montaña Negra (Segorbe). Esta roca es compacta, de grano muy fino,

color negro, dura y de gran tenacidad. A simple vista se distinguen placas pequeñas y microlitos de feldespato y piroxeno asociados íntimamente.

Al microscopio ofrece una textura microofítica, apareciendo compuesta de feldespato, augita-dialaga, uralita, bastita, magnetita, calcita, muscovita y apatito.

El feldespato aparece en largos y estrechos prismas y microlitos finísimos, presentando casi siempre escamitas verdes algo policroicas de damurita que destacan bien. También se ven con frecuencia en los cristales y microlitos, núcleos o bandas de uralita.

El piroxeno es generalmente ofítico y entonces se halla uralitizado, pero también existen elementos idiomorfos. Las secciones más frescas son incoloras, con exfoliación prismática muy marcada, y en varias secciones idiomorfas, se asocia a ella un crucero pinacoidal bien manifiesto. Este piroxeno, que debe corresponder a la dialaga, se transforma con facilidad, sobre todo el ofítico, produciendo uralita verde y parda muy policroica. Algunos granos y placas han originado un mineral verdoso con los caracteres de la bastita.

A estos productos secundarios hay que añadir la calcita, que se ofrece en pequeños granos; ilmenita, en asociaciones con dibujos caprichosos semejantes a los que se observan en los meláfidos y labradoritas antiguas.

A expensas del feldespato se producen, además de las escamas de damurita, algunas láminas de muscovita.

El apatito, escaso, se encuentra en inclusiones en los cristales de feldespato.

En las preparaciones se observan regiones de grano más fino, en las que el feldespato, que no se ha individualizado completamente, forma un agregado de finas agujas o se presenta como una sustancia blanca con caracteres análogos a los de aquéllas. Esta especie de nódulos, en los que la

roca presenta los caracteres de las ofitas semicristalinas de Macpherson, están rodeados por partes de grano relativamente grueso con clara individualización de los elementos esenciales.

Esta diabasa pertenece al tipo de las pirenaicas por su riqueza en anfíbol, pero el piroxeno presenta los caracteres del tipo de San Felipe de Játiba (Valencia), donde se hace bastante independiente de los espacios interfeldespáticos y llega a presentarse en individuos idiomorfos.

En Nules se encuentra otra diabasa del tipo cristalino, que según San Miguel es compacta, pardo oscura o negra, en la que a simple vista no se distinguen los elementos y sólo se ven brillar algunos granos o láminas de piroxeno.

Al microscopio ofrece textura ofítica típica; el feldespato es labrador en microlitos relativamente grandes, y los espacios que deja se hallan ocupados por uralita atravesada por una multitud de bandas de ilmenita que ordinariamente son paralelas o se cruzan según ángulos próximos a 90 grados. Cuando ha avanzado más la alteración del piroxeno, se ve sustituido por una red de hilos de ilmenita que deja entre sus mallas un producto amarillento-verdoso que corresponde probablemente a la bastita.

Además de estos elementos de la trama ofítica, abunda la augita en cristales idiomorfos, que pasa alguna vez a uralita. El estado de conservación del piroxeno y su independencia de la textura ofítica, hace pensar que los cristales se han formado antes de individualizarse la trama.

En Vall d'Uxó y Alfondiguilla aparecen meláfidos, unos de estructura dolerítica y otros del tipo navita. Estas rocas, dadas también a conocer por San Miguel de la Cámara (294), son idénticas a las de Sóller (Mallorca), atraviesan como éstas el triásico, y sus erupciones deben corresponder al mismo período, lo cual permite establecer un evidente paralelismo

en la historia geológica de las formaciones secundarias de Mallorca y Castellón.

De los meláfidos de Vall d'Uxó se han estudiado tres tipos. El mejor conservado, dolerítico e idéntico al de Sóller, es pardo oscuro, con manchas, amígdalas y venas verdes, blancas y ocráceas, que demuestran la estructura vacuolar al consolidarse. A simple vista posee cristales de piroxeno y olivino, grandes microlitos de feldespato, venas de productos serpentinosos, calcita y limonita, sobre pasta afanítica de color pardo oscuro.

Al microscopio aparece compuesto de fenocristales frescos y rotos de hiperstena verde pálida y olivino, rodeados de un anillo de limonita y parcial o totalmente serpentinizados; microlitos de labrador alterado que se recubren de calcita, sericita y kaolín; abundantes productos ferruginosos, clorítico-serpentinosos y calcita magnésiana.

Otro tipo muy semejante y de color más claro, ofrece iguales fenocristales, pero la pasta es indeterminable y terrosa. Resulta notable la epigénesis de olivino en calcita o dolomía manganesífera que puede observarse en casi toda la preparación.

Otro ejemplar posee aspecto completamente diferente. Tiene color gris rojizo con manchas blancas y verdosas, es blando, con marcada disposición de sus materiales en finas capas y aspecto de toba. A simple vista se reconocen la calcita y la serpentina, sin formar amígdalas ni venas, algunos granos de olivino y piroxeno descompuesto.

Al microscopio presenta igual composición. Los últimos elementos citados se hallan convertidos totalmente en serpentina, calcita y limonita; el feldespato, indeterminable por su estado de alteración, forma una trama claramente ofítica, determinando, con los elementos negros, la textura dolerítica de estos meláfidos. A pesar de su aspecto conserva mejor que el

anterior la estructura primitiva. Como productos secundarios abundan calcita, serpentina, kaolín, sericita y calcedonia.

En los meláfidos de Alfondiguilla existen dos tipos, el navita y el dolerítico, semejantes a los anteriores, si bien difieren un poco en detalles de composición y estructura.

El tipo navita es muy característico. Posee color pardo oscuro, casi negro, con manchas blancas y rojizas. A simple vista se perciben grandes amígdalas de calcita y alguna de cuarzo, que demuestran la estructura vacuolar de la roca. En la masa eruptiva se reconocen microlitos de feldespato, granos rojizos y negros de olivino y piroxeno y verdes de serpentina.

Al microscopio aparece compuesto de cristales tabulares de feldespato y otros microlíticos de igual forma, sobre base de vidrio primitivo, que hoy aparece descompuesto completamente en productos terrosos. Sobre esta trama destacan numerosos cristales de hiperstena ligeramente verdosa, alterados a veces en serpentina o limonita y calcita; olivino transformado por completo en serpentina incolora o ligeramente amarillenta. Las amígdalas se componen de calcita sola o acompañada de cuarzo en el centro y calcedonia en los bordes, y granos que se suponen de zeolita.

Otro ejemplar posee tendencia a pasar de la textura del tipo navita a la microlítica fluidal, y otro ofrece la particularidad de que su masa se ve recorrida por venillas microscópicas de calcita, que cruzan los elementos porfídicos sin variar la dirección, como si la roca, después de consolidada, hubiera estado sometida a la presión.

Los del tipo dolerítico son meláfidos compactos, que presentan a simple vista microlitos de feldespato, granos de serpentina y olivino limonitizado. Al microscopio dejan ver claramente la textura dolerítica; el feldespato, labrador muy básico, es francamente ofítico y forma microlitos grandes que se cruzan dibujando triángulos, entre los cuales queda una

sustancia constituida por un agregado de finísimas agujas que deben ser de uralita alterada; sobre la trama ofítica destacan cristales idiomorfos de olivino transformado en limonita, serpentina y calcita, y secciones con la forma de los piroxenos, de igual naturaleza que el producto que rellena los espacios interfeldespáticos. La serpentina y la calcita forman pequeñas amígdalas, viéndose la última profundamente repartida por toda la roca; las inclusiones de apatito son relativamente abundantes.

Los ejemplares más alterados son grises con manchas verdes y rojizas. A simple vista ofrecen cristales rojizos de piroxeno y olivino descompuestos, amígdalas de calcita y calcedonia y masas de serpentina. Al microscopio se presentan con la misma textura y composición, pero el feldespato se halla tan alterado que es indeterminable; el olivino y la hiperstena, en fenocristales bastante grandes, están transformados en bowlingita roja y policroica con ancho anillo de limonita o bien completamente convertidos en esta última especie. En la masa se encuentran gran cantidad y variedad de productos secundarios: calcita, limonita, serpentina coloide, calcedonia, ópalo y cuarcina.

Valencia

Escaso desarrollo ofrecen las vulcanitas en esta provincia. En Quesa, a dos kilómetros al NE. del pueblo y a la izquierda del río Escalona, aparece un cerro cónico constituido por una diabasa que puede incluirse en el tipo de ofitas semicristalinas de Macpherson y es exactamente igual a la de Segorbe estudiada por San Miguel de La Cámara (287). Este mismo petrógrafo (294) ha expuesto también los caracteres de la roca valenciana, que es compacta, de color negro, dura y tenaz.

A simple vista no puede reconocerse elemento alguno, pero al microscopio se ofrece con textura ofítica en la que los espacios que deja el feldespató están ocupados por uralita parda que contiene, a veces, restos del piroxeno primitivo. Sobre la masa ofítica destacan fenocristales de augita, a veces incolora, con estructura en reloj de arena y maclas según h¹. Algunos campos de las preparaciones ofrecen textura ofítica confusa, viéndose mutuamente penetradas las sustancias piroxénica y feldespática, la última de las cuales forma cristales esqueléticos sobre núcleo de uralita. En estas partes menos cristalinas de la roca se ven con frecuencia elegantes penachos radiados, compuestos de largas y finísimas agujas de feldespató y uralita. La magnetita abunda en granos, agujas y bandas formadas por elementos de sección triangular.

En Cofrentes aparecen materiales volcánicos distribuidos, según Fernández Navarro y Sabater (248), en dos manchones separados aunque muy próximos: el cerro de Agradas y el que constituye la base del castillo. El primero, que es con mucho el más importante, está situado en la margen izquierda del Cabriel, al NO. del pueblo y como a un kilómetro del mismo. Es una montaña de 210 metros sobre el nivel del río, rodeada por el triás, que tiene una base confusamente elíptica de un kilómetro y 600 metros, respectivamente, en sus dos ejes.

La cumbre es alargada en dirección N.-10°-O. a S.-10°-E., y en este rumbo se encuentran asomos sin interrupción hasta la misma orilla del río frente al molino llamado del Curro.

Merece citarse la peña llamada «El Fraile», mogote de basalto que se eleva repentinamente como un obelisco irregular de seis a ocho metros de altura. La roca es negra, dura, pesada, poco porosa y en ciertos sitios lleva empastados materiales triásicos poco o nada metamorfizados.

La vertiente occidental es uniforme, sin accidentes, y en

ella los materiales sedimentarios suben hasta bastante altura. La vertiente de Levante está toda abancalada por el cultivo y por aquel lado la roca eruptiva llega hasta casi el fondo del valle. En esta falda se perciben algunos lapillis muy compactos, mientras en la opuesta sólo se ven basaltos y alguna que otra lava escoriácea.

El basalto que constituye esta montaña es muy uniforme y poco poroso, tanto, que hasta que se llega a la cumbre, se recibe la impresión de que se trata de un volcán homogéneo y de ninguna manera explosivo. Es del tipo que constituye «El Fraile», sin más variedades que el hacerse en algunos puntos ligeramente variolar o constituir lavas porosas nunca en gran cantidad ni de cavidades grandes. En ningún punto se ha podido observar la fragmentación poliédrica tan característica de esta clase de rocas, sino que los basaltos se rompen irregularmente o lo hacen en superficies curvas concéntricas como se verifica frecuentemente en las ofitas. A simple vista no se suelen percibir los elementos constituyentes, a no ser algún que otro olivino. La impresión general es de una roca que debió salir al exterior con muy poca fluidez.

La idea de asomo macizo persiste hasta alcanzar la misma cumbre de la montaña; pero aquí no queda duda de que se trata de un volcán explosivo. Efectivamente, al empezar la vertiente oriental se perciben grandes cavidades alargadas y escalonadas en que parecen reconocerse hasta cuatro bocas eruptivas o cráteres que en su disposición recuerdan los cráteres escalonados de la Garrinada en Olot (242).

En estos cráteres abundan las lavas cordadas y retorcidas, así como las bombas volcánicas, que son en general pequeñas y de formas variadas, aunque la predominante es la alargada con núcleo relativamente pequeño.

Los basaltos compactos aparecen al microscopio como una pasta fundamental bastante rica en materia amorfa, man-

chada toda ella de polvo negro de magnetita y también en algunos puntos por algo de materia limonítica, sustancias que la enturbian y hacen muy difícil su estudio. Posee microlitos irregulares y abundantes de magnetita, algunas laminillas de hematites y minerales feldespáticos muy finos, pequeños y relativamente escasos. Los fenocristales son, en general, pequeños, en gran parte fragmentarios y todos ellos más o menos corroídos por el magma pero frescos. Consisten en plagioclasas irregulares, no polisintéticas (oligoclasa?), pequeños peridotitos y escasos piroxenos, alguno de ellos, por excepción, relativamente grande.

En resumen, la roca parece un basalto feldespático muy básico con abundante materia vítrea.

Las lavas porosas, con cavidades pequeñas y no abundantes, aparecen al microscopio como un tejido esponjoso, irregular, cuyos huecos unas veces están vacíos y otras ocupados por un pequeño cristal de olivino, bien caracterizado por sus colores brillantes, fracturas en disposición reticulada, superficie granujienta y contornos propios de mineral rómbico. En la parte fundamental no se perciben verdaderos microlitos, sino una sustancia parda, de acción casi nula sobre la luz polarizada, llena de menudas burbujas y de gránulos negros muy pequeños que deben ser de magnetita.

Como fenocristales se ven granos irregulares de olivino desigualmente repartidos en la pasta, así como escasos piroxenos en forma de pajuelas verdosas irregulares. También hay unas masas mayores, amorfas, sin contornos definidos y con aspecto de kaolín, que pudieran suponerse antiguos feldespatos. Esta roca puede clasificarse provisionalmente como una limburgita.

El cerro en que se asienta el castillo es una elevada mole cortada a pico sobre el Cabriel en casi todo su contorno y sólo unida al mioceno en que se asienta el pueblo, por el NO.

Está formado desde su cumbre hasta la base por tobas volcánicas variadas.

Aun en el mismo lecho del río, sobresale de las aguas de estiaje un asomo de estas tobas que sirvió de apoyo en algún tiempo al estribo central de un puente.

Por los colores, la finura del grano y su mayor o menor consistencia, estas tobas presentan gran número de variedades. Algunas parecen verdaderas arcillas endurecidas y sólo el microscopio revela su estructura compleja. En su contacto, como en el de los basaltos de Agras, no se observa la menor huella de metamorfismo.

Observadas al microscopio algunas de estas tobas se ve que están formadas por fragmentos muy irregulares de rocas de los tipos anteriores, predominando con mucho las limburgitas, siempre muy alteradas y reducidas a veces tan sólo a una masa de hematites y arcilla. El cemento que traba estos lapillis es de naturaleza exclusivamente arcillosa y limonítica. En suma, son tobas en cuya formación no han intervenido más que la presión y acaso el agua; verdaderas tobas de presión.

En algunas preparaciones se han observado ciertos fragmentos que quizá puedan referirse a un basalto nefelítico, lo cual daría una notable variedad a los materiales de un asomo tan reducido.

Aunque los cerros volcánicos son dos, el de Agras y el del Castillo, probablemente se trata de una sola boca eruptiva: el volcán de Agras, productor de sus basaltos y lavas, así como de los lapillis que por consolidación formaron la toba del cerro del Castillo.

Esta potente masa de tobas indica que a la salida de las lavas fundidas debió preceder un período explosivo de gran actividad, durante el cual fueron lanzados lapillis en gran cantidad, que, según la dirección del viento, irían acumulándose en las inmediaciones del volcán y aun sobre sus mismas lade-

ras, y que en su mayor parte han sido después destruidas por la acción erosiva de las aguas. Bien porque la masa mayor de estos lapillis estuviera en el cerro en que hoy se asienta el castillo, o bien porque allí adquirieran las tobas mayor dureza, este mogote ha podido resistir mejor la acción destructora de los agentes exteriores y ha quedado como testigo de la actividad que debió revestir esta erupción tan reducida por el espacio que ocupa.

En Peñas Negras de Alfarf existe una basanita nefelínica, estudiada también por San Miguel de la Cámara (294), que difiere de los tipos clásicos por la riqueza en cristales de feldespato y la existencia en ciertas zonas de masas granitoides de augita, feldespato y ambas sustancias asociadas. Esto y su estructura le prestan gran analogía con la weiselbergita (porfidita augítica) de Rosenbusch.

Es una roca compacta, dura, de color negro o gris verdoso oscuro. A simple vista se distinguen fenocristales de augita y feldespato, que brillan sobre la pasta afanítica, negra y mate. Con el microscopio se observa una textura pilitica compuesta esencialmente de fenocristales de los citados elementos y abundante pasta constituida por diminutos microlitos de los mismos minerales, nadando sobre una base nefelínica.

El piroxeno porfídico es augita incolora en cristales que se agrupan en ciertas zonas granitoides de aspecto de piroxenita. Se altera en uralita parda y en bastita. El piroxeno microlítico es augita basáltica en granos pequeñísimos, generalmente idiomorfos.

El feldespato porfídico es imposible clasificarle por su estado de alteración, y el microlítico, pertenece sin duda a la serie andesina-labrador.

La base nefelínica es de relleno, y por excepción suele verse alguna sección con formas propias. Aunque ofrece un comienzo de alteración se conserva todavía límpida y transparente.

Como elementos accesorios se encuentran olivino serpen-tizado en fenocristales y en la pasta, y magnetita.

Alicante

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

Aunque todos los asomos diabásicos se encuentran en el triás o cerca de él, no en todas las manchas triásicas se observan los afloramientos, si bien las emanaciones sulfurosas se hallan en todas las manchas triásicas sin excepción.

La mayoría de los asomos están situados, según Novo (271), siguiendo dos líneas principales: una, orientada de NE. a SO. desde el afloramiento de Parcent hasta los de la Aparecida en la sierra de Orihuela, y otra, desde las cercanías de Villena, por el Pinoso, a encontrar en ángulo agudo la línea anterior.

Ahora bien: la primera línea se ajusta casi exactamente a la que marca el límite meridional de las formaciones secundarias y del terciario inferior, la que probablemente corresponde a una arista de hundimiento entre dichas formaciones y las antiguas de la provincia de Murcia, y la segunda línea se corresponde también con una falla que se acusa en las levantadas capas del eoceno de las sierras de la Horna, el Duaimí, el Boloní, etc., hasta la Peña Rubia.

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

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

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

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

Al SE. de Callosa, dentro también de la gran mancha triásica del Este de Altea, se encuentran dos cerros eruptivos dignos de mención, y también deben consignarse, uno de im-

portancia en las cercanías de Parcent, los de la isla Plana o de Tabarca, y otro situado a unos dos kilómetros al NE. de Orcheta, que debe ser el mismo del que hizo mención Vilanova refiriéndose a Finestrat.

En la sierra de Orihuela son muy abundantes los asomos diabásicos, encontrándose algunos en el mismo pueblo, en las primeras escarpas de la sierra. El de más importancia es el que se encuentra en las inmediaciones de la Aparecida, donde se hallan algunos diques de diabasa acompañados de yeso y relacionados con diversos yacimientos de cobre y hierro que allí existen. Al Norte de la sierra y relacionados con otro asomo endógeno están los hierros de Bemferri.

Entre las manifestaciones eruptivas observadas en la provincia de Alicante, la que ofrece más interesantes caracteres es la de la Sierra de las Ventanas, donde la formación triásica se halla atravesada por un gran número de asomos, constituidos por masas de diabasa más o menos descompuesta. La disposición de los afloramientos, sus relaciones con las margas triásicas y su disposición con respecto a las formaciones más modernas, recuerdan, según Novo, la disposición de los «valles tiphónicos» de Portugal descritos por Choffat.

Muy análogo en su aspecto al que acaba de citarse es el paraje situado al Oeste de Villena, en el que se muestran muchos cerros de calizas negras dolomíticas con margas impregnadas de yesos; pero aunque las manifestaciones sulfurosas son aquí más importantes que en ninguna otra parte de la región, no se han hallado asomos de diabasa.

En el Pinoso, por último, se manifiestan en el Cabezo de la Sal las diabasas bastantes descompuestas y a ellas se debe la presencia de muchos cristales de magnetita que se encuentran entre las margas que forman el cerro.

La naturaleza de las vulcanitas de Alicante ha sido determinada por Orueta, el cual examinó varios ejemplares proce-

dentes de distintos puntos, encontrando como única diferencia la debida al estado de descomposición de algunos de ellos.

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

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

Entre los cristales de feldespato se ven otros, también de gran tamaño, que polarizan en tonos muy vivos. El índice de refracción de este mineral es bastante alto y su signo óptico positivo. En las secciones basales (cuadradas o casi cuadradas) se ven dos cruceros que se cortan en ángulos casi rectos. En las secciones alargadas, o sea en las que son próximamente paralelas al eje vertical, el ángulo de extinción con los cruceros longitudinales oscila entre 40 y 43 grados. Este mineral no es dicroico y por los caracteres enumerados corresponde al piroxeno augita. Tal especie tiende a uralitizarse, esto es, a transformarse en anfíbol y después en otros minerales secundarios.

La pasta que envuelve a las especies anteriores está formada de microlitos de labrador, grumos de calcita y multitud de granos negros, irregulares y opacos de magnetita.

En muchos sitios la pasta está teñida de verde sucio a causa de la clorita. Otro mineral accesorio es la silimanita, que apa-

rece en forma de agujas tenues incluídas en los cristales de feldespato que no están descompuestos. Pueden notarse muy bien sus terminaciones en punta redondeada y sus fracturas transversales.

En otra roca más descompuesta, se observa que los cristales de feldespato y piroxeno son menores, lo cual da a la roca una textura más bien microlítica que porfídica. Existe más clorita y en una de las preparaciones se puede ver un cristal de piroxeno rodeado de una aureola de calcita que muestra muy bien la forma en que dicho mineral se metamorfiza.

San Miguel de la Cámara (316) ha estudiado asimismo una diabasa uralítica cuarcifera, con base micropegmatítica, que aparece en Orihuela. Es una roca compacta, de grano mediano, color gris verdoso claro, dura y tenaz, con disyunción irregular y pátina pardo-rojiza. A simple vista se distinguen granos blancos con tinte verde-amarillento de feldespato alterado y negro o verde de anfíbol.

Al microscopio ofrece textura ofítica, viéndose compuesta de feldespato alteradísimo que aparece casi opaco por estar recubierto de productos pardo-oscuros, primer estado de epidotización, y de epidoto ya formado; grandes placas de uralita verde clara o incolora, finamente fibrosa; las fibras están dispuestas paralelamente formando secciones continuas que se extinguen a la vez; algunas láminas presentan maclas de dos o varios individuos. A veces se asocia a este anfíbol la biotita en laminillas pardo-rojizas siempre escasas. La ilmenita aparece en placas convertidas parcial o totalmente en leucoxeno. Como masa de relleno y en los espacios ofíticos, abunda el cuarzo granular y placas de micropegmatita gráfica con el feldespato tan alterado como en el resto de la roca, pero que no da zoisita ni epidoto. Quizá este feldespato sea ortosa.

Es curiosa esta roca por su composición y textura. Quiroga (102) describió una ofita de Orihuela con feldespato alte-

rado, anfíbol y epidoto, pero sin mencionar la falta de magnetita ni citar para nada el cuarzo ni las placas micropegmatíticas. Así es probable que se refiriese a otra roca distinta de la descrita.

Murcia

Esta provincia, muy importante con respecto a las rocas endógenas, ofrece, como ya es sabido, dos grupos principales de isleos inmediatos a la costa y otros muchos diseminados en diversos puntos de la comarca.

Los más importantes aparecen en las zonas de Cartagena y Mazarrón, viniendo después los asomos de Morata, Sierra de Enmedio y Carrascoy; los situados en Beniaján, Santomera y Monteagudo; los de Fortuna, Albudeite, Cehegín, Calasparra y Jumilla, y, por último, el del término de Moratalla, junto al Segura, confinando con la provincia de Albacete.

Todos estos isleos hipogénicos son excepcionalmente importantes por su íntima relación con los ricos y variados yacimientos metalíferos que encierra la provincia.

En Cartagena, los asomos se distribuyen en dos regiones situadas al Norte y Sur de la falla que parte del Cabez de Roldán y sigue por el puerto de la ciudad hacia el Calvario de Alumbres y el Cabez Rajado.

En la primera de dichas regiones aparecen las vulcanitas terciarias (traquitas y andesitas), y en la del Sur, que corresponde a la vertiente meridional de la sierra, existen afloramientos numerosos de rocas verdes (dioritas, diabasas), con exclusión completa de las primeras. Algunos asomos de éstas parecen, sin embargo, establecer una excepción, pues invaden la segunda zona, aunque sin pasar de la vertiente opuesta (andesitas de las Lajas y las Pocilgas, traquitas de La Esperanza y Santa Antonieta).

Las rocas terciarias cartageneras forman, según Guardiola (335), tres series de cerros volcánicos, casi siempre cónicos o en forma de cúpula: los Cabezos de Felipe, Beaza y Ventura, el Carmolí y las islas Perdiguera y Grosa, formados por andesitas; los Cabezos de Roche y la Atalaya, integrados por traquita, y la isla Mayor, de liparita; el Calvario de Alumbres, de traquita; el Cabez Rajado, el de Trujillo y Calnegre, con las islas Redondella, los Sujetos y el Ciervo, de liparitas.

Las rocas se suceden en el orden andesita, traquita y liparita, de SO. a NE. y de Norte a Sur, y si las erupciones empiezan por materiales ácidos, siguiendo los tipos intermedios y al fin los básicos, se deduce que el ascenso de estos magmas ha sido progresivo de Este a Oeste, comenzando por las liparitas, siguiendo las traquitas y terminando por las andesitas.

Son estos materiales de carácter superficial, pero siempre intrusivo, y, por lo tanto, constituyen lacolitos entre los estratos miocenos, a los que parcialmente se les ve atravesar en muchos puntos. Así es lógico admitir que aparezcan al exterior por derrubiamiento de los materiales miocenos superpuestos, denudación que ha debido verificarse por emersión de los mismos antes del cuaternario.

Las rocas verdes se encuentran en multiplicados puntos, alineándose de NE. a SO. y de NO. a SE., y si no forman masas tan importantes como las andesitas y traquitas, son tan abundantes como éstas y se reparten más profusamente, contándose en la porción estudiada de la Sierra de Cartagena más de 50 asomos.

Estas rocas afloran entre las calizas superiores y atraviesando las pizarras, y se extienden a toda la formación estratigráfica inferior al mioceno; ahora bien: en la zona Norte no hacen aparición porque ésta es en su mayor parte llana y se halla recubierta por sedimentos cuaternarios y terciarios. Pero donde se extienden elevaciones de terrenos antiguos vuelven

a mostrarse los apuntamientos (diabasas de San Ginés, Cabezos de Los Nietos y el Beal y collado de la Tinaja). Al Oeste de Cartagena, a excepción de los asomos basálticos de Fuente Vieja, Cabezo Negro y Puerto del Judío, sólo se ven afloramientos ofíticos.

Las rocas que nos ocupan suelen ser manchas de pequeña extensión, cual secciones de los conductos o chimeneas de ascenso de las mismas por las superficies denudadas actuales. No es fácil descubrir entre ellas, a mucha distancia unas de otras, alineaciones definidas, pero sí suele verse claramente que la mancha hipogénica tiene su más alargada dimensión casi siempre a rumbo NO.

El primer asomo que aparece es el del Cabezo de Los Nietos, con rumbo NE. a SO. Siguen los tres del Cabezo de San Ginés, arrumbados al NO.: uno en el fondo del barranco de la mina «Haití», y otros dos en las faldas Norte y Este, todos atravesando las calizas superiores. En el Cabezo del Beal hay otro asomo en las mismas calizas, y en la cúspide de el de Don Juan se ven otras manchas que se prolongan hacia el barranco de los Pajarillos, formando un dique de más de 20 metros de potencia, que se arrumba de NE. a SO., en las mismas condiciones de yacimiento que los anteriores. También ofrecen apuntamientos de las propias rocas el Cabezo de Ponce, en su vertiente NE., y el de la Valerosa o el Viso.

Aparecen asimismo estas masas en el Cabezo Sancti Spiritus, hacia la falda Sur; en los Cucones de Mas y Miguel; Cabezo de la Laja; vertientes Norte y NO. del Almorchón; rambla del Saltador; Cabezos de la Cantera y Santa Antonieta; montículo en que se asienta el faro de Portman, y al SO. de la rada del Gorguel.

Al Oeste de la rambla de Escombreras desaparecen en absoluto las rocas endógenas para mostrarse con relativa profusión hacia la otra parte del puerto de Cartagena, en varios

puntos de la Parajola y los Llanos Viejos; en la Morra del Sevillar, al mismo borde del mar, y al Sur del Cabezo Roldán.

Las llanuras terciarias de Mazarrón se hallan atravesadas en las zonas del Norte por variados asomos andesíticos, que forman también parte de la gran masa eruptiva extendida entre Cabo de Gata y el Mar Menor. Comienzan al pie de la Sierra del Algarrobo, ocupando una gran superficie en la proximidad inmediata del pueblo; desaparecen, al Oeste de las Pedreras Viejas, recubiertas por sedimentos terciarios, y vuelven a aflorar con gran extensión al pie de la Sierra de las Moreras y Herrerías. Su continuación se reconoce en la vertiente occidental de esta sierra y, más lejos, en la llanura de Morata.

Estas formaciones están constituidas principalmente por una roca francamente básica, la andesita, que ofrece tránsitos a dacita en diferentes lugares, sobre todo en los montes San Cristóbal y Los Perules, las Pedreras Viejas y los cerros de la zona designada comúnmente con el nombre de Coto Fortuna, al pie de la Sierra de las Herrerías, que están formados en su mayor parte sólo por la última roca.

En el centro del valle de Morata, precisamente donde está edificada la ermita, se observa un asomo eruptivo formado por una roca traquítica, encontrándose asimismo rocas análogas en los Cabezos del Cuco y de Montajul. En este último punto existe un dique de gran espesor que se eleva casi verticalmente hasta la cumbre del cerro, entre las calizas y pizarras que de un lado y otro lo integran. Estos asomos parecen relacionarse con los ya mencionados que, más al Este, afloran en el Coto Fortuna.

Entre los derrubios de las ramblas y barrancos, y en no pocas laderas, se encuentran abundantes trozos de diabasa, procedentes sin duda de diques que fueron denudados y cubiertos por la disgregación de las rocas sedimentarias cir-

cundantes. Sólo en los Cabezos de la Rellana, del Bosque y del Cuco se han podido apreciar algunos asomos *in situ*, especialmente en el último, donde la vulcanita ocupa gran extensión y se halla en contacto con los yacimientos ferríferos allí existentes.

En la Sierra de Enmedio asoman profusamente las rocas diabásicas a través de las capas sedimentarias, tanto, que en el extremo occidental del distrito, sobre todo en los altos de la cresta, constituyen la roca predominante unas veces y exclusiva otras.

Aparte de algunas manchitas de menor importancia, son de interés especial, en lo que concierne a estas rocas hipogénicas, las siguientes:

Una en el extremo SE. de la concesión «Amalia», que con otras tres de «Santa Rita», en las partes altas de los afluentes del barranco Partido, constituyen el núcleo más importante de las que rompen en el extremo oriental de la sierra.

Otro asomo extenso es el que forma el cerro de San José, algo más limitado el de la cúspide baja de «Nuevo Currusco» y de igual o parecida extensión los de «Tres Amigos», «Pura» y parte Norte de «Bruno». Mucho más reducido es el islotillo de «María» y otro pequeño en el ángulo SE. de «Isabel». En cambio, ocupa una gran extensión de cerca de 25 hectáreas el centro eruptivo del Norte de «Isabel» y parte de «Bruno», y es aún mayor el que desde la parte SE. de la concesión «General Palas» baja al llano formando la divisoria entre el barranco que desagua en «San Antonio» y el que arranca en la mina «María» y ocupa parte del «General Palas», «María» y «San Antonio».

Pero donde más desarrolladas se encuentran las formaciones endógenas es en la divisoria, en la parte Norte de la mina «Tres Amigos», donde una mancha de más de dos kilómetros de longitud ocupa por la solana toda la zona Norte de la con-

cesión «General Palas», toda la «Consuelo» hasta «Los Reyes», casi la totalidad de la parte alta de la sierra por la umbría, y concesiones mineras enteras por ese lado.

Esta gran faja hipogénica, después de desaparecer bajo las formaciones sedimentarias, vuelve a surgir en forma de islote en la concesión «San Miguel», ya casi en el llano de la umbría, y desciende hasta la rambla.

Fuera de la zona minera se multiplican los afloramientos diabásicos con acentuada profusión.

En la vertiente Sur de la Sierra de Carrascoy, término de Fuente Alamo, como al Mediodía de Beniaján, al SO. del cerro de Monteagudo, donde se asienta el monumento al Sagrado Corazón de Jesús, y en las inmediaciones del pueblo de Santomera, a uno y otro lado de la carretera de Murcia, se presentan también las rocas diabásicas aflorando entre los sedimentos.

Al SE. de Fortuna sobresalen de entre las margas miocenas varios pequeños montículos de corta elevación, denominados en el país «Cerricos Negros». Entre ellos es notable uno de forma elíptica, con el eje mayor dirigido de Este a Oeste, en cuya parte Norte existe una traquita micácea de color gris, alternando con otra roca negra que forma asimismo el borde meridional del óvalo. Al otro lado de la rambla «Salada», situada cerca de dicho cerro, aparece otro montecillo con la mitad Norte formada por traquita y la Sur por la roca negra que acaba de mencionarse. Esta roca ha sido designada por Adán de Yarza con el nombre de «fortunita».

En el distrito de Cehegín las formaciones sedimentarias, y muy especialmente el triás, están materialmente sembradas de asomos eruptivos diabásicos, frecuentemente ofíticos, a los que se asocian más o menos directamente los yacimientos de hierro que allí se encuentran.

Entre estos asomos son dignos de especial mención:

1.º El de la concesión «Júpiter», en el extremo NE. y que se extiende algo al Sur, ocupando unas seis hectáreas.

2.º El que parte de la concesión «San Vicente» y corre hasta la «Rosa», o sea, cerca de 350 metros con unos 200 de anchura.

3.º El cerro eruptivo del grupo de la mina «María», que ocupa unas ocho hectáreas.

4.º Un manchón de unas cinco hectáreas en el barranco que separa los cerros Los Cambrones de las laderas de la solana de los Cabezos de los Encaramadores.

5.º El pequeño asomo de la concesión «Luisa» en el Pico Peña.

Todos estos centros eruptivos del extremo NE. del distrito han sido objeto de investigaciones mineras que han dado siempre lugar al descubrimiento de mineral de hierro y a veces a explotaciones intensivas.

Siguiendo la margen derecha de la cuenca del Quipar, hacia el Sur se encuentra otro centro ofítico que radica en el grupo de concesiones «Coloso», «San Antonio», «Mejorada», «Cádiz» y limítrofes, donde los afloramientos de roca eruptiva en varios isleos ocupan una superficie de 40 hectáreas.

No se advierten más centros eruptivos superficiales en todo lo que resta de margen derecha hasta Cehegín, excepción hecha de uno muy pequeño en la mina «Soledad», cerca de un kilómetro al Norte de la casa Corral de la Canaleja. Sin embargo, en la concesión minera «Paulino», aun cuando superficialmente no se observe la presencia de la roca eruptiva, algunos cantos sueltos, aunque raros, rodados de las cúspides, y cierta facies ofítica del yacente del criadero, hacen sospechar su presencia en profundidad.

En la margen izquierda del Quipar merecen señalarse, sobre todo, el gran asomo que forma el puntiagudo cerro de Albaidosa, de cerca de 20 hectáreas de superficie, rodeado

de una aureola ofítica de facies de keuper característica, y el gran manchón de las Herrerías, donde radica la mina «Guadalupe». Finalmente, y ya cerca de Cehegín, en la vertiente NE. del cerro de San Agustín, aparece otro afloramiento eruptivo.

En la misma divisoria, entre el Quipar y el Argos, en los Cabezos de Fuente Copel, se puede notar otro afloramiento, y, por último, en el coto «Edisson», ya en la cuenca del Argos, sobresale un gran asomo ofítico asociado al importante criadero mineral que ha sido objeto de una explotación de gran intensidad.

No son, sin embargo, los enumerados los únicos sitios del distrito donde aparece la roca verde; asomos de pequeña importancia se encuentran con frecuencia constituyendo cerretes, unas veces en forma de pequeñas coladas más o menos cubiertas por detritus de otras rocas.

En Jumilla aparece otra formación hipogénica que determina una serie de seis cabezos redondeados, ocupando una extensión de 22 hectáreas, y, finalmente, en el término de Moratalla, en la margen derecha del río Segura, cerca de los yacimientos de azufre del coto Menor de Hellín, se levanta un cerro denominado El Monagrillo, que fué considerado como traquítico por Botella, pero cuya verdadera naturaleza es conocida merced a los trabajos de José Meseguer (314, 330), que ha señalado los caracteres de la roca.

Después de enumerar los diversos asomos endógenos de esta provincia, abordemos el estudio de los diferentes tipos.

Liparitas. — Forman estas rocas en el Mar Menor las islas Mayor, Los Ciervos, Los Sujetos y Redondella. En la primera aparecen más o menos alteradas, y según Guardiola, con la particularidad de tener sus fenocristales y parte de la matriz destruidos por una invasión de vidrio posterior a la roca primitiva. Este es transparente, incoloro y amorfo, y sobresalen

en él restos de fenocristales vitrificados y restos de matriz en que se ven bien los elementos componentes.

Se puede bien identificar el carácter ácido por la presencia de fenocristales de cuarzo y de sanidino.

En las demás islas, como en Calnegre, las rocas son liparitas típicas, con matriz afanítica y fenocristales de cuarzo, sanidino y plagioclasas perfectamente conservados. Todas ellas tienen cristales de augita. En la de la isla Redondella escasea la augita y abunda en cambio el piroxeno rómbico enstatita. El vidrio es muy escaso en la matriz.

En el Cabezo Rajado, célebre por su riqueza mineral en tiempos antiguos y otros más recientes (hasta 450 metros de profundidad), la roca hipogénica forma diques muy potentes y repetidos que se comprenden en fracturas de rumbo NO. a SE. Esta roca es una liparita que aparece, por regla general, muy descompuesta. La de la mina «Iberia» ofrece restos de fenocristales que permiten reconocerla. Se ven trozos de cuarzo grandes con bastantes inclusiones; fenocristales de feldespatos descompuestos, pero con los contornos bien acusados, y restos de cruceros que permiten distinguir el sanidino de los plagioclasas; biotita en trozos dicroicos bastante abundantes. La matriz está excesivamente descompuesta y reducida a una masa de kaolín con algunos microlitos.

Las liparitas de las minas «Amapola» y «En el Tranvía» tienen fenocristales con regueros de calcita muy acusada. Contienen frecuentemente cristales de apatito en forma de báculo sin la menor alteración.

En la mina «Los Burros» aparecen granos de cuarzo y pocas láminas de biotita con algo de muscovita. El resto es una masa de kaolín, arcilla, clorita y óxido de hierro. La roca de las minas «Proserpina» y «Artesiana» es una liparita descompuesta en la que se ven todavía cristales de sanidino y de cuarzo.

El Cabezo de Trujillo contiene en profundidad liparitas reconocidas por el laboreo de la mina «El Cometa». Dichas rocas poseen feldespatos completamente kaolinizados y la matriz muy cargada de cuarzo libre.

En la concesión «Las Matildes» existen también diques de liparita que se compone de feldespato y mica sumamente alterados, hermosos cristales de cuarzo y apatito en una matriz microlítica y en algunos sitios afanítica. Algunas veces, la biotita se ha transformado parcialmente en clorita.

Traquitas. — En la región de Cartagena, el Cabezo de Roche está formado totalmente de rocas hipogénicas difíciles de determinar por la gran alteración que ofrecen. Se ven en ellas trozos de cuarzo sin contornos cristalinos y vestigios de cristales de feldespato. El resto es una mezcla de kaolín, óxido de hierro y arcilla. La facilidad de alteración por la escasez de cuarzo y la gran cantidad de feldespato, permite suponer con gran probabilidad de acertar, que se trata de traquitas.

El Cabezo de la Atalaya está compuesto de la misma especie de roca. Contiene ésta: fenocristales de sanidino, augita, enstatita, oligoclasa y algunos trozos de cuarzo, y ha sido denominada traquita por la escasez del último elemento y por la textura traquítica de la matriz. Son frecuentes en ella las agrupaciones de fenocristales y posee también biotita alterada en óxido de hierro. Presenta asimismo grandes fenocristales de plagioclasa con maclas múltiples y biotita en vías de epigénesis.

Los elementos se conservan bastante puros. Los fenocristales de augita comienzan a experimentar también aquella particularidad y aparecen rodeados de una aureola feldespática. Aunque los cristales de biotita están bastantes epigenizados, existen porciones de los mismos que conservan su color y su acentuado policroísmo.

La matriz es microlítica y se halla desprovista de vidrio, pero también hay trozos en que ésta es toda vítrea y que contienen fenocristales de un piroxeno rómbico ligeramente policróico y con signo negativo, caracteres que pertenecen a la broncita.

En Alumbres aparece la traquita, como todas las superficiales, con un grado de alteración muy avanzado. Sin embargo, todavía conservan fenocristales que justifican dicha denominación. En su mayor parte son mezclas de kaolín, arcilla y óxido de hierro, producto final de todas las rocas de la misma especie.

En el Cabezo Agudo se ven traquitas siempre muy descompuestas. La mica es de la variedad meroxeno, epigenizado casi totalmente en óxido de hierro.

En el Garbanzal y en la mina «María Jesús» se ven cristales de sanidino con la macla de Carlsbad y otros de mica bastante alterada

Las rocas del Francil y el Cabezo del Huerto de la Mata son también traquitas. Se dibujan en ellas los contornos de algunos fenocristales, cuya circunstancia, unida a los restos de microlitos en la matriz, permiten afirmar que las rocas primitivas eran de tal especie. También se encuentran cristales corroídos por el magna, con signo óptico positivo, y cruceros ligeramente indicados, que parecen ser de sanidino.

La mancha de la mina «Santa Antonieta» ofrece una roca compuesta de fenocristales de ortosa transformados parcialmente en kaolín; cristales de apatito muy limpios y biotita casi sin alterar. La textura de la matriz es microlítica, y los microlitos de andesina están un tanto kaolinizados.

La traquita del valle de Morata es una roca de color blanco agrisado, con manchas ferruginosas y aspecto porfidico. Examinada al microscopio aparece constituida por sanidino, plagioclasa y mucha biotita, sobre un magma vítreo con microlitos de ambos feldespatos.

En Fortuna, según ya dijimos, existe otra traquita micácea, de color gris, que alterna con una roca endógena negra, de que inmediatamente nos ocuparemos. Dicha traquita contiene sanidino, flogopita, un piroxeno rómbico pobre en hierro y un poco de diopsida. Se caracteriza por el pequeño contenido de alúmina, la gran cantidad de álcalis y magnesia y la proporción de cal.

Lamprófidos traquíticos. — Corresponde a este grupo la roca de Fortuna que acabamos de mencionar y que fué denominada «fortunita», por Adán de Yarza (211).

Observada a simple vista, presenta un color muy oscuro, casi negro, con aspecto de pechstein, destacándose láminas de mica de tamaño diverso. Al microscopio se observan fenocristales de olivino y flogopita sobre una matriz pilotáxica con vidrio abundante, en la cual existen microlitos de la misma mica y otros que su forma hace semejantes a productos de desvitrificación. Como elemento accesorio se encuentra el apatito.

El olivino, que es la especie más abundante entre las de primera consolidación, aparece en cristales bien definidos o en granos y agrupaciones de cristales pequeños. En ciertos casos está bien conservado, pero en otros ha sufrido una alteración que le comunica, en luz polarizada, un aspecto de agregado fibroso. Esta especie no se encuentra nunca en el magma.

La flogopita ofrece secciones estriadas con dicroísmo muy acentuado, variando sus matices desde el incoloro a un amarillo rojizo bastante intenso. Las secciones longitudinales ofrecen extinción recta y colores de polarización muy vivos, y las básicas, de forma hexagonal, se presentan con matiz amarillo y poseen colores de polarización menos vivos.

Los microlitos de flogopita de la matriz presentan los mismos caracteres.

El apatito aparece en agujas pequeñas con sus caracteres ordinarios.

La matriz posee gran abundancia de vidrio, y en ella existen microlitos incoloros y transparentes que se extinguen formando ángulos hasta de 45 grados y poseen colores de polarización de tonos azulados. El ángulo de extinción les coloca cerca de la anortita, pero la falta de maclas y la refringencia que acusa el relieve, no hace posible incluirlos en los feldespatos.

Esta roca ofrece ciertas afinidades con la verita, de que oportunamente nos ocuparemos. La diferencia más notable es la ausencia del piroxeno, que aparece en ésta formando microlitos en la matriz.

La masa eruptiva de Jumilla, que recibió de Osann (246) el nombre de «jumillita», también debe incluirse en este grupo. Es una roca de color rojizo, en la cual se encuentran cristales verdes de la notable especie mineral llamada «esparraguina», diseminados análogamente a como se presenta el apatito azul en el greisen de Montebrias (Creuse), según De Lauenay (229).

Posee abundantes nódulos de calcita y hojuelas de oligisto micáceo con inclusiones de esparraguina, y constituye una roca porfídica de grano fino y textura traquitica. Encierra leucito y sanidino en proporciones variables, y además olivino, un piroxeno de la serie diopsida-hedenbergita, flogopita y una hornablanda cataforítica. El leucito está casi siempre transformado en analcima, y como elementos accesorios aparecen el apatito y una pequeña cantidad de ilmenita. Entre las variedades se observan algunas desprovistas de feldespato.

Aunque contiene de 6 a 8 por 100 menos de sílice es bastante semejante a la fortunita, siendo interesante en ambas la presencia de nódulos de olivino con diopsida cromífera y flogopita.

Por último, constituye un lampróido traquitico la roca que forma el cerro el Monagrillo, del término de Moratalla, estudiada por José Meseguer (314, 330).

Macroscópicamente, cuando está inalterada ofrece una coloración gris oscura con manchitas blancas y algunas vacuolas, pero por descomposición suele adquirir color rojizo. Tanto en este caso como cuando está sana, se perciben a simple vista numerosos fenocristales de mica que se destacan perfectamente.

En el microscopio aparece con textura porfídica, apreciándose perfectamente abundantes fenocristales de biotita, que ofrecen a veces inclusiones muy pequeñas de apatito. Se observan, asimismo, fenocristales escasos de piroxeno rómbico, probablemente broncita, que ofrecen débil policroísmo, y una extinción incompleta que da lugar a partes claras irregulares.

La matriz, pilotáxica, suele ofrecer alguna impregnación vítrea que marca un tránsito a la textura hialopilitica. Está constituida por microlitos de biotita y del citado piroxeno rómbico.

Aunque poco abundantes, se hallan presentes la augita y el apatito en cristales microscópicos, como asimismo otros elementos accesorios: el granate en fenocristales de color pardo-amarillento o incoloros, y la hematites en pequeños granos que ofrecen coloración roja. La magnetita se presenta, por último, como elemento secundario escaso que proviene de la transformación de la biotita.

La erupción ha atravesado las capas miocenas, dejando poco alteradas las margas y calizas arcillosas que, en estratificación bastante regular, circundan al Monagrillo. En una de las laderas de éste existen grietas de las rocas sedimentarias, rellenas por la eruptiva, que no las ha alterado, y, un poco más allá, en la misma falda, se ha llegado a formar un conglomerado de trozos de la roca volcánica y fragmentos de la caliza arcillosa, que sigue conservando su estratificación no obstante ocupar posiciones distintas en la masa.

Todos estos fenómenos hacen bien patente la posterioridad de la erección del Monagrillo, relativamente a la deposición de las capas miocenas.

Andesitas. — El Carmolí, montículo próximo a la playa SO. del Mar Menor, está formado totalmente por andesitas piroxénicas bien conservadas y sin epigénesis. Están compuestas de fenocristales de plagioclasas, de labrador básico y andesina, sin cristales de cuarzo libre ni de sanidino. Los piroxenos son augita y una broncita de signo óptico variable. La matriz es de textura hialopilitica, bastante rica en vidrio, en el que se ven con dificultad los microlitos de andesina y alguno que otro grano muy pequeño de augita. En algunos puntos se ven signos de trituración, como si la roca ya consolidada hubiera estado sometida a presiones grandes. Otros ejemplares ofrecen maclas de Carlsbad-Baveno, de feldespato labrador. En algunos, los fenocristales se han agrupado en algunos puntos, formando concentraciones o nidos contemporáneos de la consolidación de la roca. El granate, de color verde oscuro, constituye un mineral accesorio, cuyos cristales se reparten uniformemente en la pasta. La proporción de vidrio, aunque variable, no falta nunca en la matriz.

Este macizo hipogénico está dividido por planos de cruceo, debido a las presiones, que facilitan las acciones del meteorismo. La roca se descompone, apareciendo el macizo como un conglomerado de grandes guijarros cementados por la misma roca descompuesta.

Esta última aparece constituida por elementos más pequeños que están un tanto alterados, mostrando, además, algunos signos de trituración. La matriz es más pobre en vidrio y por esto se determinan mejor los microlitos.

En el Cabezo Ventura la andesita tiene un carácter básico que le dan los cristales de olivino que acompañan al feldespato labrador, elemento constituyente de ésta. Aparecen tam-

bién muchos regueros de calcita de origen posterior a la consolidación de la roca.

El Cabezo de Beaza está también compuesto de andesita. La roca presenta fenocristales grandes y muy puros de andesina y biotita acompañados de labrador, y tanto aquélla como éste, ofrecen textura zonar muy acusada. La matriz es de textura microlítica sin traza alguna de vidrio. Hacia el SE., en un pequeño montículo prolongación del anterior, la roca hace tránsito a la traquita, mostrando cristales de sanidino, así como microlitos del mismo en la matriz. Estos microlitos toman orientación fluidal alrededor de los fenocristales. Aquéllos son de sandino, andesina y biotita abundantes, augita y algunos muy escasos de enstatita y granate.

Más al SO. e inmediato, está el Cabezo de Felipe, que es un montículo mioceno atravesado en su centro por una andesita biotítica con fenocristales grandes de labrador y augita. La matriz, con muy poco vidrio, ofrece microlitos de andesina. Suelen verse también fenocristales de enstatita siempre positiva.

En la misma alineación hacia el Este está la isla Perdiguera, formada por andesitas del tipo corriente ya descrito.

Las manchas de la Cuesta de las Lajas y el cabezo del mismo nombre en la sierra de Cartagena son de andesita. Los fenocristales de biotita están epigenizados en muscovita y productos secundarios, entre los que predomina la clorita. Los fenocristales de plagioclasa comienzan a descomponerse dando nacimiento a esferolitos calizos que en los bordes del cristal se confunden con la matriz. Esta es microlítica, predominando la andesita sobre el labrador.

Las andesitas de Mazarrón, en opinión de Osann (187), son muy semejantes a las hialonevaditas con cordierita de San Vincenzo y Campiglia Maritima en Toscana, y en ellas se observa, según Pilz (241), el fenómeno de la diferenciación de los magmas característicos de muchas masas eruptivas.

La pasta de la roca no descompuesta, desaparece con frecuencia oculta por los diferentes elementos que de ella forman parte, así que a simple vista sólo se distingue generalmente una masa de grano medio o fino formada por plagioclitas de tonos entre blancos y grises azulados, limitados irregularmente, y plaquitas de mica, negras o pardo-oscuros, muy bien cristalizadas. En las dacitas se encuentran éstas últimas con pequeños cristales de cuarzo.

En secciones delgadas se observa que la textura de la pasta es claramente vitrofidica. Sus elementos cristalinos, feldespato, mica y piroxeno, son en general escasos, ocupando el primer lugar entre los componentes una masa vítrea clara entrecruzada por numerosas hendiduras de concentración, como ocurre en las perlitas. Entre aquéllas se distingue el plagioclasa que debe atribuirse al grupo de la andesina. Las plaquitas de biotita corresponden a dos variedades diferentes, siendo la más oscura, siempre, más antigua que la clara.

Entre los elementos accesorios deben mencionarse como especialmente característicos, hermosos cristales sueltos de cordierita hasta de un centímetro, con color pardo-azulado; inclusiones vítreas y líquidas, que en algunas raras ocasiones están totalmente rellenas con agujas de sillimanita.

Además de la cordierita se encuentran también buenos cristales de apatito visibles con frecuencia a simple vista, granates, cristales pequeños de zircón y espinelas de color verdoso en individuos sueltos o en grupos.

La hornablenda es muy rara y, según Osann, esta falta casi absoluta es uno de los caracteres distintivos de la zona.

Las rocas eruptivas de Mazarrón han sufrido muchas modificaciones debidas, por una parte, a la acción de los agentes atmosféricos, y por otra, a los gases, vapores y aguas que han circulado por los poros y fisuras.

Los agentes atmosféricos encuentran materia especialmente

atacable en las rocas básicas, y las han descompuesto hasta muchos metros por debajo de la superficie.

Las dacitas, a consecuencia de la proporción de cuarzo, han sido en general menos atacadas, y los cerros que constituyen se levantan abruptos entre los macizos de andesita muy descompuesta. En cambio, han sufrido grandes alteraciones por acciones endógenas, que se hacen, como es lógico, más visibles en las proximidades de las grietas y filones, y se manifiestan por el color blanquecino que presenta la roca y la kaolinización de su feldespato.

Algunas veces la descomposición ha sido tan profunda, que la roca se desmenuza con gran facilidad y, fuera del cuarzo, los demás componentes apenas pueden reconocerse a simple vista. La roca toma un aspecto homogéneo y coloración pardo-oscuro con un barniz característico verdoso-azulado.

El hecho de que en esta descomposición, estudiada detenidamente al microscopio por Osann, gran parte de los silicatos se hayan convertido en carbonatos y se formen en la masa fundamental cuarzo y tridimita, permite deducir el papel importantísimo que han desempeñado en el fenómeno las aguas cargadas de anhídrido carbónico.

También las aguas con ácido sulfúrico han atacado fuertemente a las dacitas transformándolas parcialmente en alumbre. Grandes masas de esta sustancia se encuentran, por ejemplo, en la vertiente Sur del monte San Cristóbal, junto al de los Perules y en las Pedreras Viejas.

Se pueden reconocer todos los pasos de la transformación de la roca eruptiva en alumbre. Unas veces se ven solamente masas homogéneas, compactas o terrosas, de color gris o amarillento, estrechas, adyacentes a las fisuras del terreno; otras, se ensanchan dichas masas rodeando a pequeños núcleos de roca poco metamorfizados, y, finalmente, en otros lugares desaparecen también dichos núcleos, quedando sólo a la vista una masa

homogénea sobre la que se destacan granos sueltos de cuarzo, únicos restos no descompuestos de la roca originaria.

El macizo eruptivo de Mazarrón se encuentra recubierto parcialmente por sedimentos terciarios que han sido atacados por la erosión y que, en opinión de Pilz, se depositaron después de verificadas las erupciones, no habiendo sido rotos por ellas como supuso Villasante. De haber ocurrido esto, se hubieran encontrado en las rocas eruptivas fragmentos de dichos sedimentos, cuando, por el contrario, en las brechas y conglomerados de la formación terciaria se hallan bloques de las rocas eruptivas. Además, aun en aquellos sitios en que los sedimentos descansan directamente sobre estas últimas, la estratificación es enteramente regular, sin presentar alteración ninguna. Se exceptúan únicamente los sitios en que el mar ha socavado dichos sedimentos, dando lugar a un hundimiento parcial de los mismos, como se observa a la entrada de la Fundación, en el puerto de Mazarrón.

Basaltos. — En la Sierra de Cartagena se encuentran basaltos en los Cabezos de la Tía Laura y de la Media Legua, que son de la misma edad y origen que los de Fuente Vieja, Cabezo Negro y Puerto del Judío, al NO. de Cartagena. Por su estructura demuestran formar parte de un antiguo cráter.

En el Cabezo del Moro y Puerto del Judío subsisten las coladas con estructura fluidal característica, lavas cordes y bombas piriformes con capas concéntricas.

Los primeros son basaltos típicos perfectamente caracterizados, pero con la anomalía de contener algunos fenocristales de cuarzo muy corroidos por el magma y rodeados de una aureola de microlitos feldespáticos. Son semejantes a los basaltos labradóricos del río Tafna (Orán), es decir, de la costa africana que se extiende al Sur de Cartagena, o sea sobre los pliegues simétricos de la Cordillera Bética en la costa Norte de Africa, borde Sur del Mediterráneo

occidental, y a los basaltos cuarcíferos de Mont Doré estudiados por Lacroix.

Como expresa Guardiola, el olivino se presenta en fragmentos de contorno casi siempre irregular, pero ofrece con frecuencia restos de caras cristalinas y aparece envuelto por una capa de óxido de hierro de color rojo, producto de descomposición. También existe en la matriz en gránulos pequeños poco abundantes.

La augita se presenta en cristales alargados y en pajuelas repartidas en aquélla. También se ven cristales de enstatita y bronzita, ambas con signo óptico positivo.

El plagioclasa es el labrador $Ab_1 An_1$, que determina fenocristales raros y microlitos abundantes que forman casi totalmente la matriz.

Los granos de magnetita entran en proporción notable y en cambio el vidrio es muy escaso.

Rinne cita la opinión de Lacroix de que el cuarzo que constituye una anomalía en las rocas de magma pobre en sílice, puede ser segregado en condiciones especiales de presión secundadas por mineralizadores, como acontece en las andesitas de la Montaña Pelada (Martinica).

Las basaltos de Fuente Vieja y el Cabezo Negro son muy semejantes a los de la Tía Laura; el olivino se presenta en fenocristales pequeños totalmente epigenizados en óxido de hierro, y también en la matriz en forma de granos de corta dimensión.

Se ven en algunos puntos trozos de cuarzo que se presentan con iguales caracteres que los del grupo citado. En la matriz aparecen muy claramente microlitos de andesina y labrador.

Los del Cabezo Negro son típicos y contienen fenocristales grandes de olivino, algunos de ellos con una aureola notable de óxido de hierro.

Diabasas. — Aparecen repartidas con gran profusión en toda la región Sur de la Sierra de Cartagena, desde la rambla

de Escombreras al collado de la Noguera y Cabezo de los Nietos y al Oeste de Cartagena en pequeños asomos muy variados por su estructura y por las alteraciones, debidas al meteorismo y metamorfismo hidrotermal. Casi siempre asoman a través de las calizas triásicas o en sus contactos con las pizarras.

En el Cabezo de los Nietos se encuentra la diabasa rellenando fracturas que han producido el salto de las calizas y las micacitas, ofreciendo labrador y clorita abundante debida a la propilitización.

Al Norte de Cabezo de Ponce se ven también asomos de la misma roca bajo el mioceno y cruzando las pizarras. Se hallan cuarcitizadas y atravesadas por venas de calcita.

En la mina «Santa Filomena», del Llano del Beal, aparecen otras diabasas que atraviesan las pizarras cristalinas y calizas superiores, formando contacto con los hierros maganesíferos. Están bastante alteradas, pero conservan la textura ofítica. La mayor parte de los cristales de plagioclasa están kaolinizados, pero quedan algunos con suficiente limpieza para identificarlos como andesina $Ab_5 An_3$. El piroxeno está totalmente convertido en uralita y abundan mucho las agrupaciones de ilmenita.

También en el montículo donde se halla situado el faro de Portman aparece una diabasa de textura ofítica en la que han desaparecido los feldespatos y los cristales de augita se han transformado en uralita fibrosa, verde y policroica.

En la Algameca y los Llanos Viejos hay otros asomos de diabasas bastante alteradas, señalándose en ciertos puntos la textura ofítica. En algunos ejemplares dicha textura es perfectamente clara y los elementos fácilmente determinables. Los fenocristales envolventes son de un plagioclasa intermedio entre la andesina y el labrador ácido. El piroxeno que rellena los huecos es siempre augita sin mezcla alguna. No tienen estos elementos contornos cristalinos, sino que se amoldan a los

espacios que deja entre sí la red feldespática. Son dignas de citarse las agrupaciones de ilmenita, con su opacidad y color negro y sus contornos triangulares y en barras dentadas.

Inmediato al anterior paraje y en la misma costa bañada por el mar, existe un montículo que se denomina Morro del Seviljar. Aparecen en este punto doleritas con feldespato oligoclasa parcialmente transformado en kaolín y cristales de augita bastante grandes transformados en uralita y a veces en clorita. La textura ofítica está bien marcada. La biotita figura como mineral accesorio escaso.

En el Cabezo de San Ginés hay diabasas ofíticas muy descompuestas en que se reconocen los cristales de feldespato con tendencia a la textura ofítica. Los cristales del relleno de la trama son de augita. Contienen también magnetita.

Aparecen, por último, diabasas ofíticas en la loma de Mendoza, rambla de la Boltada y Cabezo del Beal, estas últimas muy descompuestas y con abundante óxido de hierro.

Las diabasas de Mazarrón están constituídas por plagioclasa, anfíbol, piroxeno, algo de cuarzo y óxidos de hierro, convirtiéndose muchas veces en verdaderas anfíbolitas por desaparición del feldespato, aumentando el cuarzo y el anfíbol y pasando en parte el piroxeno a clorita.

En la Sierra de Enmedio, según C. Rubio (267), las masas hipogénicas contienen como elementos esenciales plagioclasas diversos y augita, y como accidentales, epidoto y gran cantidad de hornablenda. La textura es frecuentemente granitoide, aun cuando en muchos sitios, por condiciones especiales de enfriamiento, pasa la roca a un verdadero pórfido diabásico.

Las diabasas de los cerros existentes en la vertiente Sur de la Sierra de Carrascoy, aparecen al microscopio con grandes fenocristales de plagioclasa que dejan huecos irregulares, ocupados por la clorita y la augita más o menos uralitizada. En los contactos con las masas ferruginosas circundantes, la roca

suele descomponerse convirtiéndose en una tierra verdosa que forma bancos de pequeño espesor.

Las masas ofíticas de las inmediaciones del pueblo de Santomera, señaladas por Jiménez de Cisneros (244), son continuación de las que abundan en la Sierra de Orihuela y aparecen como una de las manifestaciones de los fenómenos eruptivos permo-triásicos que produjeron el intenso metamorfismo que se observa.

Las rocas, muy semejantes, según Brun (255), a las ofitas de los Pirineos, se hallan recubiertas en algunos sitios por 8 a 12 metros de calizas magnesianas, y en otros, por cuatro a cinco de margas y dolomias. Las calizas magnesianas ofrecen señales de alteración cuando están inmediatas a la roca eruptiva, tomando aspecto tabular, casi pizarroso, con dendritas que presentan a veces muy buen aspecto.

Otras calizas se han vuelto esponjosas, amarillentas y como reticuladas, y en ocasiones, las proporciones inmediatas a las diabasas pasan a pizarras tan suaves al tacto que pudieran pasar por talcosas.

En la mancha diabásica de Monteagudo, señalada también por Jiménez de Cisneros (259), se distinguen fácilmente los cristales de plagioclasa y piroxeno con numerosas manchas de oligisto laminar. En el contacto con las rocas triásicas, la hipogénica ha dado lugar a un metamorfismo local que, en una pequeña zona, forma calizas cristalinas, yeso sacaroide, dolomita (?) y láminas de oligisto, apareciendo toda la roca manchada de gris verdoso y de rojizo.

Las rocas eruptivas de Cehegín, pueden clasificarse, en términos generales, según C. Rubio (267), de «gruenstein», y contienen como elementos esenciales feldespatos triclinicos (principalmente oligoclasa y labrador), anfíbol y augita, predominando esta última y con ejemplos frecuentes de un tránsito al primero, es decir, con uralitización acusada. La mag-

netita en mayor o menor escala es también elemento esencial, así como la hematites, aun cuando ésta es más rara. Como mineral accesorio suele aparecer el apatito, sobre todo en la roca del grupo del «Coloso», aunque no tan frecuentemente como es lo general en esta clase de rocas básicas modernas.

Raras veces se observan en los ejemplares de Cehegín las micas, y el cuarzo es también muy escaso, hasta el punto de faltar por completo en muchas de las preparaciones para el microscopio.

La textura varía entre límites muy extensos aun dentro de un mismo afloramiento eruptivo, es decir, las condiciones de enfriamiento han sido muy diversas. Tan sólo en el centro de los manchones, lejos del contacto con la caliza, puede observarse la textura francamente granitoide de agregados fenocristalinos. Buenos ejemplares de esta clase pueden recogerse en la zona del «Coloso» y en el grupo «María», en cuyo caso la roca toma el aspecto de una verdadera diabasa, que, más cerca de los contactos, se convierte en pórfido diabásico por el cambio de estructura.

Cerca de las calizas la textura es más francamente porfídica o claramente ofítica con los microcristales de plagioclasa alargados en el sentido de la arista pg^1 . El magma está compuesto en este caso por microcristales de plagioclasa, augita y magnetita, y la roca entra de lleno en la clase de las ofitas propiamente dicha. Esta última textura se observa en el contacto con los criaderos ferríferos.

Aparece la ofita generalmente en masa, sin aspecto tabular. Su descomposición le comunica en los afloramientos facies muy diversas con tendencia a la estratificación unas veces y con superficies curvas en otras. Son rocas francamente básicas.

Dos fenómenos particulares que pueden observarse en el grupo del «Coloso» y se hallan íntimamente ligados a la erupción diabásica en aquella zona, son dignos de especial mención.

Es el primero la profusión de «bolas» pétreas sueltas, completamente esféricas, de diámetro que a veces alcanza tres y cuatro centímetros. En ocasiones aparecen soldadas unas a otras, pero en general, como queda dicho, están enteramente sueltas y se ven esparcidas en un pequeño collado en la falda del cerro de calizas triásicas denominado de las Bolas, cubriendo por completo la superficie del suelo. La aglomeración de las bolas sueltas de ofita cubre, cual si fuera un derrubio, el terreno correspondiente a la aureola ofítica, con facies de keuper, de la erupción diabásica de este grupo en su contorno más bajo.

Estas bolas dan poca efervescencia con los ácidos, y examinadas al microscopio aparecen compuestas de calcita, augita y plagioclasa (principalmente oligoclasa), con bastante opidoto secundario, formado sin duda a expensas del piroxeno. La composición de estas bolas, su riqueza en calcita, cuyo origen puede atribuirse a la descomposición del feldespato cálcico y su situación topográfica, inducen a sospechar que los materiales en cuestión pueden revelar una fase corta explosiva de la erupción diabásica.

Otro fenómeno curioso, al NE. del manto de bolas y en plena mancha ofítica, es la profusión de hermosos ejemplares de cristales de granates ferríferos, hasta de cuatro y cinco centímetros cúbicos, engastados en la diabasa, que en tal caso adquiere textura enteramente porfídica, sin fenocristales aparentes, que denotan el proceso de enfriamiento y tal vez la acción pneumatolítica y de segregación, en extremo interesantes.

REGIÓN MERIDIONAL

Almería

Esta provincia, la más interesante quizá entre todas las españolas, relativamente a las vulcanitas, aparte de la región del Cabo de Gata, donde han tenido lugar los fenómenos volcánicos principales y donde existe una gran variedad de rocas ígneas, ofrece abundantes afloramientos hipogénicos en sus diferentes sierras.

Los materiales de Cabo de Gata han sido estudiados por Martín Donayre (105), Calderón (138), Osann (183, 187, 201) y posteriormente Marín y Miláns del Bosch (283) y Sierra (321), gracias a cuyos trabajos se conoce hoy perfectamente la composición de zona tan notable.

Calderón clasificó las rocas eruptivas encontradas en seis grupos, efectuando la descripción de las mismas; mas como su ánimo no era hacer un trabajo completo de la Sierra del Cabo, no llegó a exponer la distribución geográfica detallada de los afloramientos. Pero la labor de Sierra permite indicar los asomos de las distintas vulcanitas.

Todas las rocas del Cabo de Gata, aunque variadísimas en su aspecto exterior, hasta el punto de que no se da un paso sin encontrar variedades, tonalidades y estructuras diferentes, corresponden a dos grandes grupos, según posean o no cuarzo libre en su composición, y, dentro de ellos, según estén formadas por feldespatos alcalinos (liparitas, traquitas, pórfidos) o calcosódicos (andesitas, meláfidos, basaltos).

Las liparitas, propiamente dichas, de aspecto microlítico, se encuentran en la zona Oeste de la sierra, punta de Testa, playa del Corralete y Pozo Manso en la Sierra del Cabo, y en el cerro de las Yeguas en la Serrata.

Las retinitas o liparitas vítreas, cruzadas por vetas de sílex o calcedonia, se hallan en la Serrata, en la parte Oeste del citado cerro de las Yeguas, en el Buho y en la Granatilla y la Raspada, donde las acompañan pórfidos cuarcíferos y afanitas.

Aparecen euritas y argilófidos en el barranco de Ramer; en el Canaillar y la rambla del Algarrobico, al Norte del río Alias, y además en la Hoyita, cerca de Carboneras, así como en el barranco de la Cruz.

Las argilolitas y felsitas se encuentran en el Ricón de Martos y Albelda, así como en la rambla y cerro de los Genoveses, próximo al mar. En la parte Oeste de la sierra, cerca y al Norte del Castillo de San Francisco y de la Testa, revisten tonos grises y azulados; con colores rojos y amarillentos forman las vertientes del barranco de la Higuera y, sobre la cortijada de Presillas Altas, llegan hasta el collado del cerro Blanco y cerro de la Paniza. En el de la Puerca y cortijo de los Ortices, cerca de la mina «La Aurora», se ven de color rosáceo con manchas blancas entre los pórfidos cuarcíferos, y en el cerro de Navarrete, grises y blanco-amarillentas, están cruzadas por diques y vetas de cuarzo blanco, orientados al NE., y filones cruceros, al NO., semejantes a los de Hortichuelas y Rodalquilar.

En la margen Sur del río de Alias, cerca del cortijo de la Islica, y en el Cigarrón, al Oeste de Carboneras, aparecen generalmente acompañadas de pórfidos cuarcíferos y traquíticos.

Los primeros se presentan en diques y fajas entre los pórfidos traquíticos, siendo característicos los de Carrizalejo, en el cortijo de los Valentines y de la Loma, con vetas de jaspe rojo; los de los barrancos del Negro y del Higueral.

Se encuentran traquitas blancas en el barranco de la Ropeira, cortijo Grande y loma Blanca, al SO. de Escullos, mezcladas con pórfidos traquíticos y basaltos.

Entre la rambla de los Chanos y la Artichuela, camino de la balsa de Nicolasa, hay traquitas verdosas mezcladas con pórfidos y brechas, y en el barranco de las Negras y cortijo del Aguila existen masas de traquita de aspecto granitoide.

Donde se encuentran las traquitas, propiamente dichas, con mayor extensión, es en Carboneras y al Norte de dicho punto, siguiendo la costa hasta Mojácar. La masa más importante se encuentra en la vertiente Norte de la rambla del Algarrobico y el cerro del Rincón de Alias, ocupando el cerro del Rame, el Albardinar, la rambla del Algarrobico y el cerro del Rincón de Gallardo, avanzando hasta el cerro de Granatilla y desapareciendo bajo las micacitas y pizarras sericíticas del cerro de los Moros, al Norte de la rambla de la Granatilla. Más hacia el Norte aparecen asomos aislados en Cuerda de Chacón, el Bordenares, cortijada del Pilar y cerros del Albaladrar.

Las rocas más abundantes en las manchas hipogénicas de Gata y Carboneras son los pórfidos traquíticos. Se hallan en Carboneras, al Sur del pueblo en la rambla del Pozo; en el cerro del mismo nombre, y, corriéndose hacia el Norte, en el cerro del Cigarrón, donde aparecen de colores grises. Con tonos rojizos se hallan en el cortijo de Majadas Blancas, y vuelven a ser grisáceos en los Bordenares y cerro del Purgatorio, junto a las Torres del Peñón, acompañados de traquitas verdosas. Más al Sur, por la costa, en Torres del Rayo y loma del Albar, son amarillentos.

En el río de Alias se hallan los asomos de leucostitas y pórfidos traquíticos entre los sedimentos terciarios, acompañados de traquitas brechiformes, y con colores rojizos en el barranco del Malo, el Toril y el Francés, corriéndose hacia SO. por el Argamasón, los Ranchos y Collado de la Presa.

En Punta del Plomo y en el Rellano, cerca del barranco Charcón, asoman entre las capas de margas terciarias y se

ofrecen en masas aisladas hasta llegar a la cortijada de las Aguilas, el Estanquillo y cortijo del Madroño, donde presentan, así como en las Caletas, estructura columnar en prismas hexagonales de color rojizo amarillento.

En la Sierra del Cabo, marchando en dirección SO., se encuentran los primeros pórfidos en la cortijada de los Abanicos y Cerro Blanco, donde aparecen con colores amarillentos y rojizos; siguen hacia SO. por el Aperero, cerros del Ramillete y del Cura y las Rozas hasta los Mártires; cubren parte del cerro del Garbanzal, desde el cortijo de los Genoveses, y el del barranco de los Peñones al cortijo del Presidiario, en contacto con los sedimentos terciarios que cubren el cerro. Estos pórfidos rojizos llegan hasta los llanos de Limón y las Bocas de los Frailes.

Cerca de la Costa, en el cerro del Noble, barranquizo del Negro, el Carrizalejo y Hoya del Paraíso, son de estructura columnar, colores rojizos y están cruzados por vetas y diques de calcedonia, jaspe rojo y cuarzo hialino.

En la zona Oeste de la Sierra del Cabo se hallan también pórfidos grises-rojizos, prismáticos, en contacto con los argilófidos del cortijo de la Sierra, en la Testa, cañada del Cañarete y castillo de San Francisco.

Existen conglomerados y brechas traquíticas próximos a los pórfidos en la zona NE., cerca de la Granatilla, en el Grajo y las Gálicas, en las inmediaciones de las rocas azoicas que forman la base de Sierra Cabrera, en el cerro de las Viejas y Cuerda Chacona, en Macenas y rambla del Albaladrar.

En Sierra de Gata, las brechas de Rodalquilar, juntas con pórfidos traquíticos de forma columnar, ocupan la rambla de Granadillo y cortijo de Caravaca. Estas brechas y conglomerados están constituidos por un cemento traquítico que empaquetan trozos de leucostitas, pórfidos traquíticos y cuarzo.

En el barranco de los Sabinas y el Sotillo, cerca de San

José y en el cortijo de la Higuera, los conglomerados traquíticos están junto a los basaltos y andesitas.

En el barranco del Hornillo, cortijo de los Genoveses, rambla de Majada Redonda, existe una brecha al contacto con el conglomerado calizo del terciario, donde se observan bien las mezclas de trozos de caliza y de pórfidos y argilolitas que han formado las rocas modernas.

Más al SO., en el cerro de los Genoveses y Pozo Manso, sobre los basaltos y andesitas la brecha porfídica forma una especie de capa de medio metro de espesor.

Las dacitas se encuentran entre los pórfidos y basaltos en la Serrata, sobre el cortijo del marqués de Campo-Hermoso, en el cerro de las Yeguas y en el Colorado en la parte alta de la rambla de los Archidones.

En la Sierra de Gata, en el cerro del Capitán y cueva de los Genoveses. En Carboneras, en el cerro de San Fernando, la Granatilla y parte Sur del cerro de los Moros.

Las andesitas se extienden en Carboneras por el Castillico y cortijo de las Fuentes al SO. del pueblo, en cerro de Cinto y su rambla, en la rambla de los Rincones y los Andreses.

Al NE. del pueblo se hallan en Torre del Rayo y el Albar, siguiendo por Cañar hasta cruzar el río de Alias y mostrarse en los cerros del Algarrobico, Rincón de Gallardo, la Granatilla y el Grajo.

En los afloramientos del Chacón y Morra de la Era se asemejan a los pórfidos cuarcíferos micáceos, ocurriendo lo propio en el cerro del Joven y la Mena, y en término de Mojácar. Con este mismo aspecto se encuentran entre los basaltos del cerro del Garbanzal y de Escullos, en la Sierra del Cabo.

Semejantes a las afanitas se hallan en la zona NE. entre los pórfidos de la Torre del Peñón y cerro de las Viejas, y en filones o diques cortando los basaltos de la Serrata, en el cortijo del Almendro y los Jiménez.

Los basaltos son las rocas más abundantes de la Sierra del Cabo después de los pórfidos traquíticos. Comienzan a verse por el NE. en las Aguilas, cortijo de Morales y cortijo del Madroño al NE. de las Hortichuelas Bajas. En toda la costa, desde el castillo de Rodalquilar hasta las Negras, forman una franja que limita al Este el manchoncillo terciario del cortijo del Cuervo y de la cortijada de los Jurados.

Las cortadas vertientes del Carnaje, Torre de los Lobos y Freniche, hasta el fondeadero de Rodalquilar, están constituidos por basaltos y andesitas atacados constantemente por las olas.

Más al SO. siguen por la costa en el cerro del Noble, barranco Negro y la Isleta, extendiéndose al Oeste por la Majada del Jurado, Hoya del Paraíso y el Carrizalejo. asomando bajo los pórfidos traquíticos.

Las andesitas y basaltos de Loma Pelada son verdosos y cavernosos, y los de los Frailes y las Hermanicas, cerca de la Punta, negruzcos y compactos.

Vuelven a asomar los basaltos en forma columnar entre el castillo de San José y el morrón de los Genoveses, ocupando todas las costas en la cala del Genovés hasta el cortijo del Romeral.

En la parte Sur de la Sierra de Gata, los basaltos constituyen con los pórfidos toda la masa de la montaña. Aparecen en la Testa corriéndose hacia el Este hasta la rambla de Corralete y cerrón del Paso. Los acantilados de la cala de las Monas presentan ya alguna estructura prismática y zoneada. En el barranco de los Cucones y Pozo Manso, el Sabinar y la Serrata de Alonso, constituyen todo el terreno sólo ocultos en los puntos altos por los pórfidos y brechas traquíticas.

El Frailecillo, la Seca y el barranco de la Miel, ofrecen muestras curiosas de la estructura basáltica donde las rocas están fajeadas en forma de arcos como capas esféricas concén-

tricas, con diques de sílex y calcedonia, y sobre los mismos, tobas porfídicas traquíticas de tonos amarillentos y verdosos.

Se hallan los basaltos en la Serrata ocupando el barranco de Archidona, la loma del mismo nombre y el cerro de las Yeguas. Se encuentran en los cortijos del marqués de Campo-Hermoso y las Chumberas, mezclados con doleritas que los atraviesan, y prosiguen por el del Pozo hasta Vilches y la loma de la Tórtola, donde los pórfidos se superponen a ellos y los ocultan.

Vuelven a asomar en la cortijada del Pozo de Hernán Pérez con afanitas y diques de calcedonia, y desaparecen bajo los sedimentos miocenos del Collado del Hondo y la rellana del barranco de los Caballos, cerca de Agua Amarga.

En la Mesa de Roldán, los basaltos y andesitas forman todo el frente SE., ocupando con sus esbeltas formas prismáticas la Mata del Valiente, Cala Arena y Cala Castillo, llegando a la Torre del Oeste y Alfaró, y avanzando a la punta y al Farallón se ocultan bajo las gonfolitas y margas miocenas al Oeste en el cortijo de Buñol y la cañada de Marco, y hacia el Norte, en los Muertos y las Salinas.

En las Cobaticas, loma de los Frailes y Cerro Cinto, los basaltos y pórfidos se extienden hasta cerca de las Contraviesas.

En Carboneras no existen asomos extensos de basaltos y tan sólo se ven, con textura afanítica y color verdoso, asomar en el Grajo al NE. de la rambla de las Granatillas, con diques de cuarzo y jaspes.

Los basaltos cavernosos y descompuestos, mezclados con los pórfidos, se hallan en el río de Alias, en el cerro de la Cortina, el Toril y las Cruces. En el barranco del Negro y el Argamasón, son de color verdoso, pasando a amarillento en el risco del Malo por su parte Sur, cubiertos muy pronto por los sedimentos miocenos del Frontón de la Molata.

No se hallan en la zona de Cabo de Gata señales tan claras y evidentes del volcanismo como las encontradas en el Hoyazo en las proximidades de Nijar, pero no por eso dejan de reconocerse en numerosos puntos conos que, sin duda, fueron antiguos cráteres, aunque no presenten hoy el embudo central de hundimiento ni los conos secundarios que aparecen en el Hoyazo.

En la cala de los Genoveses, el cerro denominado el Morrón es una punta saliente dentro del mar, sólo unida a tierra por el Oeste y formada por un cono que se eleva a 250 metros de altitud. En él se halla un pequeño embudo que atestigua una estructura crateriforme.

Más al NE., en la ensenada de San José, se levantan los Frailes, que también presentan todo el aspecto de dos cráteres o conos volcánicos de 300 metros de altitud. Esta zona, la más elevada de la Sierra del Cabo, es la que demuestra más señales de volcanismo; al Norte de los Frailes están los cerros de Majada Redonda, también crateriformes, aunque sin cono invertido en su vértice.

Con menor importancia pueden señalarse el cerro del Sabinar en la Serrata de Gea; Cerro Alonso, la Atalaya del Palmito, cerro del Sacristán, cerros Perulta y de los Lobos, Cabezo del Negro, etc., montañas, volcánicas todas ellas, que atestiguan la actividad interna de la zona.

En la base Sur de Sierra Alhamilla comienzan a aparecer, en las cercanías de Nijar, asomos de rocas análogas a las del Cabo de Gata, que rompen las hiladas sedimentarias del terciario.

El Hoyazo es un macizo montañoso que, a unos dos kilómetros al SE. de la ciudad de Nijar, se eleva en las suaves pendientes de la falda de la sierra. Constituye un verdadero cono volcánico de 250 metros de altura en sus bordes exteriores, con relación a su base, y con una cavidad interior de

unos 180 metros de profundidad. Dentro de ella, un pequeño cono denota otro momento de la actividad interna. Las rocas que constituyen el cerro son por su parte exterior margas miocenas poco afectadas por las próximas rocas hipogénicas que se observan en toda la falda hasta el borde superior del cono. Este, en el borde interior está constituido en su mayor parte por liparitas, algunas andesitas y pórfidos brechiformes.

El cono central, de unos 60 metros de altura, indica una erupción posterior y está constituido por pórfidos cuarcíferos micáceos, análogos a los que tapizan la zona inferior del cráter.

Este es, pues, un volcán donde se presentan estratificadas varias series de distintas rocas que dan la sensación de erupciones diferentes. Sierra cree que se trata de un volcán estratificado y de ahí las diferentes y variadas rocas porfídicas que lo forman y que se encuentran en sus inmediaciones. La salida de las lavas y productos de las erupciones se ha verificado por la garganta que forma la rambla de las Granatillas y que desde el mismo cráter hiende la montaña llevando las aguas a la rambla.

Otros pequeños conos que rompen las rocas sedimentarias, aparecen hacia el Oeste en dirección a la rambla de Nijar. Se hallan constituidos también por pórfidos cuarcíferos y traquíticos en un todo análogos a los del Cabo de Gata y contemporáneos de ellos.

La presencia del granate en estos pórfidos y en las andesitas del Cabo de Gata es característica de la localidad por la cantidad de elementos que entran en la constitución de las rocas. En la rambla de las Granatillas del Hoyazo, así como en el paraje del mismo nombre de Carboneras, son tan abundantes que constituyen una industria y se exportan para la fabricación de piedras y papeles de esmeril. Se hallan sueltos entre las arenas formadas por la descomposición de las rocas hipogénicas.

En la Sierra de Gádor no existen muchos afloramientos de rocas hipogénicas, pero los hay de alguna importancia por su magnitud. Los más interesantes se hallan en término de Vicar al Sur de la villa y en la Artichuela Baja.

Todo el espacio comprendido entre las ramblas de la Artichuela y de Vicar, que está ocupado por los cerros del Toril, Peña Rodada y Puntal de la zona, presentan asomos extensos de andesitas augíticas que afloran entre los depósitos terciarios de la base de la sierra.

Entrando en término de Antas se observan afloramientos de traquitas muy descompuestas entre las micacitas arcillosas de Cerro Negro, cuyo recorrido hacia el Este puede seguirse hasta cerca del cerro de María.

En la cuenca de Vera y Garrucha asoma otra sucesión de isleos entre las margas miocenas, que comienzan por el último cerro y margen Norte del río Antas y avanzan al cerro de la Virgen de la Cabeza, cerca de Garrucha. Otros afloramientos los constituyen los cerros Colorados en la rambla de Palomares y llanos del Almanzora. Próximos a Sierra Almagrera, en la rambla de la Mulería, asoman los Cabezos Redondo, del Monje, Herrerías y los cerros Alifraga y Agrio. En todos ellos, generalmente de forma más o menos cónica, se distinguen claramente las traquitas verdosas y en general compactas, de las margas que las rodean de estructura y color bien diferentes.

En la Sierra de los Filabres aparece un asomo de meláfido, entre las pizarras y calizas del estrato-cristalino, en el barranco de Liar, a 500 metros al Sur del cortijo de Cipriano Yélamos.

Por último, las diabasas se encuentran con las dioritas en muchos puntos de la provincia y principalmente en la Sierra de Lucena, Alicún, Sierras de los Hachos y del Periquete.

Las distintas vulcanitas han sido ya tan estudiadas que nos limitamos a indicar los rasgos más salientes.

Liparitas. — Son generalmente microlíticas, de color blanco, rojizo o morado y resultan por su aspecto algo semejantes a las traquitas. Están formadas por una masa frecuentemente afanítica y otras veces compacta en que se ven claramente los elementos cuarzosos. Algunas son porosas y cavernosas según el estado de descomposición en que se encuentra el feldespato. Sus elementos esenciales son: cuarzo, sanidino, plagioclasa, hornablenda y mica.

Euritas y argilófidós. — Tienen colores muy variados y se acompañan de pórfidos cuarcíferos y argilotitas. La textura microlítica en las rocas poco descompuestas, se convierte en pastosa, arcillosa y deleznable en las que han sido atacadas y transformadas. Su composición es análoga a la de las liparitas: ortosa y microclino con cuarzo, sanidino y hornablenda acompañados de arcilla y algunas veces con esferolitos.

Argilolitas y felsitas. — Son de color gris y blancuzcas, con estructura compacta y muy arcillosas. Otras veces aparecen con aspecto cavernoso debido a la descomposición del feldespato, y colores amarillento y blanco, señalándose muy puramente cristales de piritita y otros de hornablenda en agujas delgadas y brillantes.

Pórfidos cuarcíferos. — Poseen estructura casi vítrea y colores blanco-amarillentos y pardos, como el sílex y la piedra de fuego. El magma está compuesto por los feldespatos bases de la roca con inclusiones y escamas de biotita en gran cantidad.

Traquitas. — Presentan colores variados muy débiles y de tonos delicados. No obstante, las verdaderas traquitas (pues la mayor parte de las rocas catalogadas como tales son pórfidos traquíticos) suelen ser blancas, amarillentas o verdes. La estructura es algo porosa y su peso escaso.

Están compuestas en un 65 a 70 por 100 por feldespatos alcalinos, tales como el sanidino, bases de la pasta plagiocla-

sa, hornablenda, mica magnesiana, raras veces augita, y como elementos accesorios, magnetita, apatito, granates, hialita, et-cétera. Se ven perfectamente los cristales de hornablenda y plagioclasa en la pasta de sanidino.

Algunos ejemplares, compactos y con tendencia vítrea, se asemejan a las liparitas.

Pórfidos traquíticos. — Poseen colores variadísimos y textura porfídica con la misma composición de las traquitas, pero mayor abundancia de hornablenda, anfíbol y algún plagioclasa.

Traquiandesitas. — Los trabajos de Marín han permitido señalar la existencia de un grupo traquiandesítico de rocas, es decir, que contienen a la vez sanidino y plagioclasa, siendo difícil determinar cuál de los dos feldespatos es el predominante. Así puede comprobarse en los ejemplares procedentes de Presillas Bajas, que presentan los dos feldespatos en fenocristales con el carácter común de la extinción zonar.

Dichos ejemplares corresponden a una roca dura, gris, en donde resaltan muy bien los fenocristales. El sanidino presenta la macla de Carlsbad y el plagioclasa la de la albita con las líneas polisintéticas bastante apretadas. Parece que corresponde a distintas variedades de la serie faldespática comprendidas entre la andesina y el labrador ácido. A estos minerales acompañan: biotita en claros cristales muy policroicos; hornablenda verde, fibrosa, con el crucero paralelo a g^1 muy marcado, y magnetita octaédrica. La pasta es amorfa y de color amarillento a la luz natural.

En el Hoyazo de Níjar aparecen también rocas que, además de estar caracterizadas por la presencia del cuarzo y el granete, presentan ambos feldespatos sin que pueda determinarse cuál es el predominante, y, por lo tanto, si deben comprenderse en el grupo de las liparitas o en el de las dacitas.

En el barranco de Felipe, al Sur del camino del Madroñal,

donde existen filones auríferos, se presenta otra roca compacta, abigarrada, de color rojizo y con fenocristales bien visibles. La pasta es microcristalina feldespática y los microlitos corresponden probablemente a la variedad oligoclasa. Los fenocristales de feldespato, aunque se hallan sumamente alteradas, parecen pertenecer a los dos grandes grupos, y la presencia de muscovita parece acusar la existencia primitiva del sanidino. Como el elemento ferromagnesiano está también alterado se observa clorita en abundancia. Por la forma y caracteres de los pequeños restos, parece que aquél debió ser primitivamente un anfíbol.

Esta roca presenta además cuarzo en cristales bien definidos, con inclusiones magmáticas y de primera consolidación, siendo también discutible si debe clasificarse como liparita o como dacita, a causa de la coexistencia de ambos feldespatos antes de su alteración.

Así, la roca donde aparecen los filones de oro, ofrece caracteres particulares que la diferencian de las demás de la Sierra de Cabo de Gata. La abundancia de cuarzo le comunica mayor acidez, y la propilitización avanzada le imprime un sello particular que parece indicar que la alteración debe tener estrecha relación genética con la formación del oro.

Dacitas. — Son rocas especiales, porque en ellas se encuentra solamente la presencia del cuarzo libre entre las formadas con feldespatos calcosódicos. Poseen estructura compacta y colores verdosos y agrisados con puntos y manchas blancas. Están constituidas por cuarzo, plagioclasa, hornablenda, alguna mica y magnetita. Los cristales de feldespato se perciben raras veces a simple vista y los de hornablenda, en cambio, son negros y muy perceptibles. Las vetas y riñones de sílice, jaspe, calcedonia y sílex, les dan aspecto característico.

Andesitas. — Poseen estructura generalmente compacta, siendo ásperas al tacto, con fractura algo granosa y color gris

más o menos oscuro. Están constituidas por un 70 por 100 de feldespatos calcosódicos, hornablenda, augita, magnetita y algunas veces hiperstena. Ofrecen cristales claros bien visibles de feldespato y otros negruzcos y verdosos de hornablenda que a veces son macrocristales de bella apariencia que alcanzan hasta 15 centímetros de longitud.

En el Hoyazo, bajo las liparitas y como formando estratos diferentes, se encuentran andesitas y pórfidos brechiformes micáceos de color gris amarillento con su masa llena de láminas de mica negra, pequeños cristales de hornablenda, cuarzo, granates y algunos blancos, bien visibles, de feldespato o azules de cordierita. Presentan una estructura porosa y traquítica, siendo ásperas al tacto, y se parecen a algunas micacitas descompuestas de la Sierra de los Filabres.

La presencia del granate en las andesitas del Cabo de Gata es característica.

En sus *Estudios relativos a la Geología de Marruecos*, ha efectuado Marín un resumen referente a las rocas andesíticas del Mediterráneo occidental, que presentan muchos caracteres comunes y determinan con claridad una provincia petrográfica. Dicho distinguido geólogo considera como pliocena la erupción de Cabo de Gata, y por la gran semejanza que presentan las rocas de esta sierra con las de Guelaya en Marruecos, supone que todas ellas debieron salir a la superficie a consecuencia de una serie de erupciones sucedidas, casi sin solución de continuidad, durante los tramos placentino y astiense, estando, por lo tanto, en relación con la gran conmoción que produjo el hundimiento del fondo del Mediterráneo occidental.

Los sedimentos terciarios no han sido atacados por las erupciones, y excepto en algunos puntos donde se observa claramente una gran inclinación de las capas colocadas sobre las rocas hipogénicas, en el resto de la zona, las rocas no han

sido metamorfizadas ni transformadas, como tampoco fueron plegados ni trastornados los estratos intensamente.

Parece deducirse de aquí que las acciones volcánicas no han sido impetuosas ni acompañadas de proyecciones, explosiones y corrientes extensas de lavas y escorias, porque de otro modo hubiesen sido completamente transformadas las rocas sedimentarias, y sus pliegues, roturas y accidentes, indicarían bien claramente la intensidad de los fenómenos eruptivos como dejan ver la de los hidrotermales subsiguientes. Estos últimos explican la intensidad del ataque de las rocas, la kaolinización y silicatización de las mismas, la aparición de innumerables vetas, filones y lentejas de calcedonia, ágata, porcelanitas y geiseritas, cuarzos, sílex y jaspes que por todas partes se hallan y que han dado nombre a la sierra, pues, como expresa Calderón en su estudio, la denominación debe proceder de una corrupción de la Sierra del Agata, por la variedad y cantidad con que se presenta en ella dicho mineral.

Las manifestaciones hidrotermales han debido sucederse repetidas veces, o actuar durante una época suficientemente larga. Sus efectos son análogos a la dolomitización de las rocas triásicas de Sierra de Gádor, la Alpujarra y demás cordilleras de la región, también producida por fenómenos hidrotermales que muy bien han podido ser coetáneos de los de silicatización de las rocas del Cabo de Gata, puesto que han alcanzado a las rocas terciarias de la cuenca de Almería, demostrando que su actividad se ha desarrollado después de esa época como la del Cabo de Gata.

Basaltos. — Son las rocas más abundantes en la Sierra del Cabo después de los pórfidos traquíticos, y ofrecen la misma composición que las andesitas con mayor cantidad de augita, olivino y magnetita. Poseen textura vítrea o lávica y colores verdosos oscuros que llegan a ser completamente negros. El aspecto es variable, pues existe una verdadera serie desde el

tipo compacto al cavernoso; no obstante, su aspecto característico es compacto, pesado y de fractura concoidea. Suelen presentarse afectando forma prismática o columnar como la de algunos pórfidos. La pasta es afanítica, y en ella no suelen verse generalmente cristales ningunos a simple vista. Cuando son visibles, tienen dos milímetros como máximo y sólo se advierten los blancuzcos de feldespato o los negros de augita.

Diabasas. — Están constituidas por cristales de feldespato plagioclasa y augita como elementos principales; suelen contener anfíbol, a veces en grandes cantidades, y el piroxeno, ora transformado en dialaga, bien reemplazado por uralita y magnetita. Como elementos secundarios aparecen la clorita y el epidoto.

Cuando no están descompuestas suelen ser muy densas, de estructura granosa o compacta y color verde oscuro o negruzco. Hay asomos donde los cristales de feldespato destacan bien en la parte verde de la roca. Al descomponerse suelen perder augita, que se reemplaza por clorita. Algunos tipos contienen calcita y olivino.

Granada

En el puerto de Huénaja y cima del cerro del Almirez, se hallan rocas diabásicas muy alteradas y descompuestas, de color gris verdoso oscuro, que aparecen cortadas en figuras prismáticas por numerosas diaclasas que las dividen. Estas rocas rompen los estratos azoicos justamente en el pliegue principal de Sierra Nevada.

Están formadas, según Sierra (221), por cristales de piroxeno, anfíbol, cuarzo, magnetita y granate. Al descomponerse, el piroxeno se convierte en clorita, disminuye mucho el cuarzo y se forma la «roca verde» que rodea los afloramientos.

Las rocas diabásicas que aparecen en Lanjarón, al Norte

del puente sobre el río Izbor, acompañando a las dolomías cristalinas, son anfíbolitas granatíferas, y también lo es el asomo que al NE. de Soportujar se encuentra en el nacimiento de la rambla de Bayacas. Estas rocas están casi constituidas por anfíbol verde y granate con algún hierro titanado.

Se encuentran, asimismo, diabasas al Oeste de Loja, en la zona de los montes y en la de la Sierra del Hacho al Norte de la villa. En la carretera de Rute, al Oeste de Riofrío, en el barranco de la Pava, comienzan a hallarse afloramientos a un kilómetro de la fábrica de Santa Bárbara, que siguen por la trochilla de Sanoscuras, barranco Nogales, Calvillo y Pílon Terrizo hacia el Genil.

Se presentan igualmente entre los yesos o sus inmediaciones, en el barranco Nebli y Bajoholgado, de Menaria y del Parralejo, y también en la zona del cortijo de los Pedregales y barrancos del Estanquillo y Castillejos, siguiendo por los de Blanquillas y cortijo del Llano hasta pasar el término de Montefrío por las Chozas del Olivo.

Las rocas son diabasas de color verde claro, con textura ofítica, formadas por cristales de oligoclasa, clorita y calcita procedentes de la descomposición del piroxeno. Se presentan en filones o diques de poco espesor y con grandes soluciones de continuidad, o en lentejones, rodeadas por las rocas sedimentarias, sin grandes zonas, en general, de metamorfismo alrededor de los asomos, pues las aureolas tan sólo alcanzan 50 a 60 centímetros alrededor de la roca endógena.

Córdoba

Pórfidos cuarcíferos. — Aparecen en Valquemado con aspecto microgranudo. Sobre una pasta de tonalidad general gris clara, destacan fenocristales feldespáticos seguramente de

sanidino dada la transparencia y brillantez de algunos planos. También surgen aquí y allá cristales de cuarzo muy hialino, y esporádicamente, láminas de mica negra. La pasta microlítica está constituida por granos blancos y grises con chispas de mica.

Al microscopio ofrece cristales hialinos de cuarzo, de contornos geométricos, que se hallan cementados por un feldespato anubarrado. También se observan pequeñas láminas de biotita con inclusiones de zircón rodeadas de aureolas policricas.

En Villanueva de Córdoba, junto a la estación del ferrocarril, señala Carbonell (344) otra roca que por su carácter francamente porfídico, la abundancia de cuarzo y labrador, y la falta o escasez de feldespato potásico, ha clasificado como pórfido cuarcífero.

Sobre una masa microgranular, constituida esencialmente por plagioclasa muy descompuesto y pajuelas de biotita transformadas en óxido de hierro, se destacan grandes cristales de cuarzo, feldespato y mica. El primero ofrece muestras evidentes de corrosión por el magma, y en su interior se encuentran vestigios de otros cristales de biotita y residuos ferruginosos procedentes de la epigénesis de aquélla. Aunque muy abundantes en fenocristales, este cuarzo escasea bastante en la pasta donde el feldespato parece ser el elemento dominante. El labrador, sumamente descompuesto y kaolinizado, acusa la existencia de maclas polisintéticas de bandas anchas, y la mica, de color verde, se halla parcialmente transformada en clorita.

Al Oeste de Espiel, en la Sierra de los Santos, aflora un pórfido formado por una pasta homogénea de color rojo de ladrillo, con un poco de cuarzo y abundantes cristales de feldespato empastados porfídicamente. La mayoría de éstos están manchados de verde por el epidoto, y al microscopio se ve que esta especie constituye fragmentos de diverso tamaño,

hasta el punto de que en ocasiones la totalidad de la sustancia feldespática ha sido reemplazada por el mencionado silicato.

Es curioso en estas pseudomorfosis, que cuando el epidoto ocupa todo el espacio que tenía primitivamente el feldespato, el mineral nuevamente producido conserva la forma cristalina del que deriva, pero con una pureza tan notable que a veces constituye bellas maclas de Carlsbad con su plano de asociación perfectamente visible. En transformaciones ulteriores acaba la roca por ser un simple agregado de cuarzo y epidoto con desaparición completa del feldespato.

El estudio del desarrollo de este epidoto secundario, sugiere consideraciones sobre un proceso oscuro, posterior sin duda a la consolidación completa de los materiales en que aparece. Según Macpherson (240), para explicar la serie de reacciones a que debe su origen el epidoto, deben admitirse no solamente movimientos complejos moleculares encadenados en el seno mismo de la masa pétreo, sino un transporte concomitante hacia el exterior de sustancia excedente, por todo extremo notable y revelador de la importancia de las acciones secundarias en la génesis de las rocas.

Diabasas. — En la zona de Venta de Cardaña se hallan en el Regajo del Reloj, en el Burcio del ese nombre, y al Este de Aldea Azuel; siguen al Norte de la fuente de Anguijuela y por el Sur de Cuartillejos, y van a definir amplias manchas al Este.

La roca del arroyo del Candalo, a unos dos kilómetros al Este del río de las Yeguas, ha sido estudiada por Carandell (335) Es granuda, de color gris verdoso, con reflejos frecuentes que corresponden a planos cristalinos de feldespato y de textura microgranuda.

Observada al microscopio, muestra grandes elementos transparentes de contornos vivos pero irregulares, cruzados por

estrias tortuosas. El resto de la preparación está constituido por una especie de pasta con frecuentes salpicaduras casi opacas. Los elementos, de bordes vivos e irregulares, corresponden al olivino y la pasta kaolinizada debe ser de feldespato.

No puede decirse que la textura ofítica aparezca clara en consonancia con la presencia del olivino. Sin embargo, hay indicios que permiten identificar la roca con una diabasa en la que la augita debe estar reemplazada por el epidoto.

A Carandell (289) se debe también el hallazgo de diabasas en dos puntos distintos de la Sierra de Cabra. La roca no ha sido encontrada *in situ*, sino suelta, rodada, entre canchales y lapiaris en los escarpes septentrionales de los navazos de la Viñuela y en las inmediaciones de la fuente vaclusiana de Jarcas, junto a la carretera de Cabra a Priego.

La diabasa es de color verde claro, con textura granuda, distinguiéndose perfectamente los elementos piroxénicos negros, a veces con formas bastante completas; el feldespato calcosódico aparece en pintas blancas. No hay predominio recíproco entre los materiales férricos y sálicos, ni destacan tampoco elementos porfídicos.

Al microscopio se percibe claramente la textura ofítica. El plagioclasa corresponde a la andesina y está poco alterado. En cambio, el elemento ferromagnesiano se halla bastante descompuesto, apareciendo los bordes de los cristales con tonos verdosos (clorita) y el centro transformado en un producto amarillento (limonita ?) o bien totalmente transparente, con salpicaduras negras de magnetita. Algunos de los cristales, por su forma y vaga estriación, permiten identificarlos con la augita.

Jaén

En la zona NO. de La Carolina se encuentran unos pórfidos cuarcíferos señalados por Alvarado (305), que forman masas irregulares asomando a la superficie en varios puntos. Cortan al granito y las pizarras paleozoicas, o bien determinan venas potentes o filones delgados de varios kilómetros de corrida, que cruzan los estratos produciendo acciones metamórficas de gran intensidad.

Su textura hipocristalina muestra al microscopio un aspecto confuso, y en las muestras procedentes de la mina «La Manzana», la destrucción de los cristales por una inyección de sílice está avanzada hasta tal punto, que tiende a convertir la roca en una masa isótropa. De acuerdo con lo indicado por Rosenbusch para esta clase de pórfidos, la pasta forma una masa homogénea, de muy débil acción sobre la luz polarizada, sobre la que se encuentran diseminados fragmentos de diversos minerales, entre ellos, calcita, óxido férrico, cristales bien individualizados de ortosa y cuarzo idiomorfo.

Al Norte de la estación de ferrocarril de Calancha, pasado el kilómetro 285 de la vía, corta perpendicularmente a ésta un dique de diabasa. La roca, estudiada por Meseguer (354), es holocristalina, bastante dura y de color negruzco. Se halla caracterizada por la presencia de la augita y de los feldespatos triclinicos.

Los cristales de piroxeno, de colores poco vivos, se hallan rodeados de clorita mezclada parcialmente con calcita y quizá ilmenita en cierto grado de alteración. En la clorita pueden descubrirse las formas cristalinas de la augita, pero algunas porciones en que se mezcla con la calcita, proceden probablemente de olivino descompuesto. Como elementos derivados se observan magnetita y hematites, y, accesoriamente, el apatito.

TERRENO ARCAICO

POR

ALFONSO DE ALVARADO

Ingeniero de Minas



TERRENO ARCAICO

POR

ALFONSO DE ALVARADO

INGENIERO DE MINAS

INTRODUCCIÓN

El conjunto de rocas inferiores al cambriano y supuestas las más antiguas, no puede, a falta de fauna característica, considerarse como sistema y ha recibido, de los más ilustres geólogos, interpretaciones y nombres muy diversos.

La clásica obra *Explicación del Mapa Geológico de España* (L. Mallada, Mem. Com. Mapa Geológico de España, Madrid, año 1895 y siguientes), designa estos terrenos con el nombre de «estrato-cristalinos». Sin entrar en la compleja cuestión de la edad de estas rocas, e stratificadas y cristalinas, a las cuales antiguamente se consideró como restos de la corteza primitiva y que parcialmente, en algunas cordilleras, han resultado paleozoicas y aun secundarias—hecho ya muy divulgado—, consignaremos desde luego que nosotros juzgamos más justificada la denominación de «terreno precambriano» para todo el complejo de rocas más antiguas que las primeras faunas bien caracterizadas.

Admitimos, sin embargo, la denominación de «Arcaico», porque, si englobamos sólo en este grupo de terrenos las rocas más antiguas que el cambriano fosilífero, encierra dicho nombre una idea exacta y aceptándolo coincidimos con la mayoría de los estratígrafos modernos.

I. BIBLIOGRAFÍA DEL ARCAICO

1. — ADÁN DE YARZA (R.): *Apuntes de Geología General*. Escuela de Minas. — Madrid, 1907.
- 1 bis. — ARGAND (E.): «Sur l'arc des Alpes occidentales.» *Ecl. Géol. Helv.*, tomo XIV, núm. 1.—1916.
2. — ALVARADO (A. DE): «Zona Oriental de Málaga.» *Bol. Inst. Geol. Esp.*, tomo XLI.—Madrid, 1920.
3. — BARROIS (CH.): «Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galicie.» *Mem. Sté. Géol. du Nord.*—Lille, 1882.
- 3 bis. — BARROIS (CH.): «Observations sur la constitution géologique de l'Ouest de la Bretagne.» *Ann. S. G. du Nord.*, tomo XVI.—Lille, 1888.
- 4.—BARROIS (CH.) et OFFRET (A): «Mémoire sur la Constitution géologique de Sud de l'Andalousie, de la Sierra Nevada, etc.». *Mission d'Andalousie*, 1889. *Mém. Acad. Sc. Inst. Nat. France*, tomo XXX.
- 5.—BECKE (F.): «Ueber Mineralbestand und Struktur der Kristallinen Schiefer.» *Denkschr der Wiener akad. Math. Nat. Kl.* Bd. 75. — 1913.
6. — BERTRAND (L.): «Contribution a l'Histoire stratigraphique et tectonique des Pyrénées orientales et centrales.» *Bull. Carte géologique de France*. Núm. 118, tomo XVII. — París, 1907
7. — BLUMENTHAL (M. M.): «Versuch einer tektonischer Gliederung der Betischen Cordilleren von Central- und Südwest Andalusien.» *Ecl. Géol. Helv.*, tomo XXI, núm. 2. Déc. 1928.
8. — BROWER (H. A.): «Zur geologie der Sierra Nevada.» *Geol. Rundschau*. Bd. XVIII. 1926. Heft. 2.
- 8 bis. — BROWER (H. A.): «Zur Tektonik der Betischen Kordilleren.» *Geol. Rundschau*. Bd. XVIII. 1926. Heft. 5.
9. — BROWER (H. A.), ZEYLMANS VON EMMICHOVEN (C. P. A.): «De tektoniek van het Centrale gedeelte van de Sierra de los Filabres (Zuid Spanje)» *Versl. kon academie V. Wet.* Dl. 33, núm. 9. Amsterdam, 1924.
10. — CARANDELL (J.): «Las calizas cristalinas del Guadarrama.» *Trab. Museo Nac. Ciencias Nat.*, serie geológica, núm. 8.—Madrid, 1914.

11. — CAREZ (L.): «Resumé de la géologie des Pyrénées françaises.» *Mémoires Sté. géologique de France.*—Paris, 1909-1912.
12. — CORTÁZAR (D.): «Descripción física y geológica de la prov. de Segovia.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*—Madrid, 1891.
13. — DALLONI (M.): «Etude géologique des Pyrénées catalanes.» *Imprimerie de l'Université.*—Alger, 1930.
14. — DALLONI (M.): «Etude géologique des Pyrénées de l'Aragon.» *Thèses Université de Paris*, tomo CDXLVI.—1910.
15. — EZQUERRA: «Terreno cristalino de Guadalajara.» *Rev. Min.*—Madrid, 1850.
16. — FÁBREGA (P.): «Geología e introducción estudio Criaderos Minerales.»—Madrid, 1928.
17. — FALLOT (P.) y JACOB (C.): «A propos de la géologie du Sud des Pyrénées.» *C. R. Soc. Géologique de France*, núm. 6.—Paris, 1925.
18. — FALLOT (P.) y JACOB (C.): «Observations sur le versant méridional id.»—Madrid, 1927. *C. R. du XIV^e Congrès Géolog. International.*
19. — FAURA Y SANS (M.): «Síntesis estratigráfica de los terrenos primarios de Cataluña.» *Mem. R. S. E. Hist. Nat.*, tomo IX, núm. 1.—Madrid, 1913.
20. — FERNÁNDEZ NAVARRO (L.): «Monografía geológica del valle de Lozoya.» *Trab. Museo Nac. Ciencias Nat.*, serie geológica, núm. 12.—Madrid, 1915.
21. — FERNÁNDEZ NAVARRO (L.): «Observaciones sobre el terreno arcaico de la provincia de Guadalajara.» *An. Sd. Esp. Hist. Nat.*—Madrid, 1900.
- 21 bis. — FONT Y SAGUÉ (N.): «Nota sobre la constitución geológica del valle de Camprodón.» *B. S. E. H. N.*—Madrid, marzo 1901.
22. — GARRIGÓU (F.): «Terrains laurentiens de la versant Sud des Pyrénées.» *Bul. Soc. Ramond*, 1869.
23. — GEIKIE (A.): *Text book of Geology.*—Mc. Millan Co.—London, 1923.
24. — GIGNOUX (M.): *Géologie stratigraphique.*—Masson et Ca.—Paris, 1926.
25. — GIL Y MAESTRE (A.): «Descripción física, geológica y minera de la prov. de Salamanca.» *Mem. Com. Map. Geol. España.*—Madrid, 1880.
26. — GÓMEZ DE LLARENA (J.): «Guía geológica de los alrededores de Toledo.» *Trab. Museo Nac. Ciencias Nat.*, serie geológica, núm. 38.—Madrid, 1923.
- 26 bis. — GÓMEZ DE LLARENA (J.): «Bosquejo Geolog. geog. Montes de Toledo.» *T. M. Nac. Ciencias Nat.*, serie geológ., núm. 15.—Madrid, 1916.

27. — GONZALO TARÍN (J.): «Reseña geológica de la prov. de Granada.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo VIII.—Madrid, 1891.
28. — GONZALO TARÍN (J.): «Reseña física geológica de la prov. de Badajoz.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo VI.—Madrid, 1879.
29. — GONZALO TARÍN (J.): «Reseña geol. de la prov. de Huelva.» *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, tomo V.—Madrid, 1878.
30. — GONZALO TARÍN (J.): «Descripción física, geol. y minera de la provincia de Huelva.» *Mem. Com. Map. Geol. Esp.*—Madrid, 1886 a 1888.
31. — GUARDIOLA (R.): «Estudio metalogénico: Sierra de Cartagena.» *Mem. I. G. E.*—Madrid, 1927.
32. — GUARDIOLA (R.) y SIERRA (A. DE): «Hierros de Almería y Granada.» *Mem. I. G. E.*—Madrid, 1925 a 1928.
33. — HAUG (E.): *Traité de Géologie.*—Paris, 1908 a 1927.
34. — HERNÁNDEZ PACHECO (E.): «Datos geología meseta toledano-cacerreña.» *Bol. R. S. E. H. N.*, tomo XV.—Homenaje Bolívar.
35. — HERNÁNDEZ PACHECO (E.): «Itinerario geológico de Toledo a Urda.» *Trab. M. Nac. C. Nat.*, serie geol., núm. 1.—Madrid, 1912.
36. — HISE (CH. R.): *Bulletin U. S. Geological Survey*, n.º 86, y *Ann. Report U. S. Geological Survey*, tomo XVI.—Washington D. C.
37. — JACOB (C.), FALLOT (P.), ASTRE et GIRY (R.): «Observations tectoniques sur le versant méridional des Pyrénées centrales et orientales.» *C. R. XIV^e Congrès Geol. Intern.*—Madrid, 1926-1927.
38. — JIMÉNEZ DE CISNEROS (D.): «Excursión al terreno arcaico de Macael y Somontin (Almería).» *Bol. S. E. Hist. Nat.*, tomo VI, pág. 428.
39. — KINDELÁN (V.) y MENÉNDEZ (J.): «Mem. exp. hoja 460, Hiendelaencina, del nuevo Mapa geológ.» *Inst. G. M. E.*—Madrid, 1928.
40. — LAPPARENT (A. DE): *Traité de Géologie.*—Paris, 1906.
41. — LAWSON (A. C.): *Bull. Geological Society of America*, 1890, y *Bull. Geology University of California*, núm. 3.—May, 1902.
42. — LEHMAN: *Untersuchungen über die Entstehung der altkrystallinischen Schiefer.*—Berlín, 1884.
43. — LOGAN (W. E.): *Geology of Canada.*
44. — MALLADA (L.): «Explicación del Mapa geológico de España», tomo I. *Mem. Com. Map. Geológ. Esp.*—Madrid, 1895.
45. — MALLADA (L.) y DUPUY (E.): «Reseña geológ. de la provincia de Toledo.» *Bol. Inst. Geológ. Esp.*, tomo XXXIII.—Madrid, 1912.
46. — MARÍN y BELTRÁN DE LIS (A.): «Cataluña.» *Guía C. 3, XIV Congreso Geológico Intern.*—Madrid, 1926.

47. — MARÍN y BELTRÁN DE LIS (A.): *Memorias explicativas de las hojas de Barcelona y San Baudilio del nuevo Mapa Geológico*. — Madrid, 1928 y 1930.
48. — MARTÍN DONAYRE (F.): «Descripción física y geológica de la provincia de Avila.» *Mem. Com. Map. Geológ. España*. — Madrid, 1879.
49. — MAURETA y THOS: «Descripción física, geológica y minera de la provincia de Barcelona.» *Mem. Com. Map. Geológ. España*. — Madrid, 1881.
50. — MC PHERSON: «Sucesión estratigráfica de los terrenos arcaicos de España.» *Anales R. Sd. Esp. Hist. Nat.*, tomo XII.
51. — MC PHERSON: *Ensayo Historia Evolutiva de la Península Ibérica*. Madrid, julio 1901.
52. — MC PHERSON: «Estudio geol. petrog. Norte de Sevilla.» *Bol. Com. Map. Geológ. España*, tomo VI. — Madrid, 1879.
53. — MC PHERSON: *Memoria sobre la estructura de la Serranía de Ronda*.
54. — MC PHERSON: «Descripción petrográfica de los materiales arcaicos de Galicia.» *Bol. R. Sd. Esp. de Hist. Nat.*, tomo VIII, 1879; tomos XV, XVI y XVII, 1866 a 1888.
55. — MICHEL LEVY (A.) et BERGERON (J.): «Etude géologique de la Serranía de Ronda.» *Mission d'Andalousie. Mem. Acad. Sc. Inst. Nat. France*, tomo XXX, núm. 2. — París, 1889.
56. — ORUETA (D.): «Estudio geológico y petrográfico de la Serranía de Ronda.» *Memorias I. G. E.* — Madrid, 1917.
57. — ORUETA (D.): «Estudio petrográfico de Sierra Almirajara y parte Oeste de Sierra Nevada y Alpujarras.» *Bol. Inst. Geol. Esp.*, tomo XLIII. Madrid, 1922.
58. — PALACIOS (P.): «Observaciones acerca del terreno estrato-cristalino de la provincia de Navarra.» *Bol. Com. Map. Geológ. Esp.*, tomo XXIII. Madrid, 1896.
59. — PRADO (C.): «Descripción física y geológ. de la provincia de Madrid.» *Junta Gen. Estadística*, Imprenta Nacional, 1864.
60. — PRUVOST (P.): *L'age des schistes pourprés de Papiol.* *Annales de la Société Géologique du Nord*. — Lille, 1912.
61. — PUIG y LARRAZ (G.): «Descripción física y geológica de la provincia de Zamora.» *Mem. Com. Map. Geológ. España*. — Madrid, 1883.
62. — QUELLE (O.): «Beiträge zur Kenntniss der Spanischen Sierra Nevada.» *Zeitschrift d. Gesellschaft f. Erdk.* — Berlín, 1908, núm. 5.
63. — ROSENBUSCH (H.): *Neues Jahrbuch*, 1889, y *Mitteil Badischen Geolog. Landanstalt*, 1889.

64. — ROSENBUSCH (H.): *Elemente der Gesteinlehre*. 4.^a Auflage E. Schweizerbart, Verlagsbuchhand. — Stuttgart, 1923.
65. — SAMPELAYO (P. H.): «Hierros de Galicia.» *Memorias del Inst. Geológ de España*. — Madrid, 1922 y 1931.
66. — SCHULZ (G.): *Descripción geognóstica del reino de Galicia*. — Madrid, 1835.
67. — SEDERHOLM (J. J.): «Ueber eine Archaische formation im westlichen Finland.» *Bull. Com. Geolog.* — Finlande, 1899.
68. — SIERRA (A.); ver Guardiola (R.): *Hierros de Almería y Granada*. Madrid, 1925.
69. — STAUB (R.): «Gedanken zur Tektonik Spaniens.» *Viertel Jahrsch. Nat. Gessellschaft*. — Zurich, 1926.
70. — STAUB (R.): «Ideas sobre la Tectónica de España.» *Real Acad. Ciencias*. — Córdoba, 1927.
71. — TARAMELLI, MERCALLI: «I terremi Andalusí.» *Mem. Real Acad. dei Lincei An 283*. — Roma, 1885, 1886.
72. — THOS y CODINA: Reconocimiento físico, geológico y minero de los valles de Andorra » *Bol. Com. Mapa. Geológ. Esp.*, tomo XI.
73. — VIDAL (L. M.): «Geología de la provincia de Lérida.» *B. C. M. G.*, tomo XI.
74. — VIDAL (L. M.): «Reseña geológica y minera de Gerona.» *B. C. M. G.*, tomo XIII.
75. — WESTERWELD (J.): *De Bouw der Alpujarras en het Tektonische verband der Oostelijke Betische Ketens*. Druk, Waltman, Delft, 1929.
76. — ZEYLMANS VAN EMMICHOVEN (C. P. A.): *Geologische onderzoekingen in de Sierra de los Filabres*. Druk, J. Waltman, Delft, 1925.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA EN ESPAÑA

Desde que se llevaron a cabo por nuestra «Comisión del Mapa Geológico» los trabajos para confección de la antigua carta a escala 400.000 son conocidas, y se designan como «estrato-cristalinas», las manchas siguientes, a las que *L. Mallada* calculaba una superficie total de 21.752 kilómetros cuadrados.

Región Pirenaica

Las rocas atribuidas antiguamente al terreno estrato-cristalino, alcanzan mucho mayor desarrollo en la vertiente francesa de la cordillera que en la española, donde sólo se señalaron manchitas pequeñas, no bien caracterizadas.

Una manchita ha sido señalada en el Valle de Arán, atravesada por el Garona, en términos de Bossot y Les. Otra zona cristalina más extensa arranca de los puertos de Extaix y Madecurva (Lérida), pasando al valle de Andorra y departamento francés del Ariège, donde alcanza su mayor desarrollo. Por último, mencionaremos tres afloramientos que *L. M. Vidal* cita como arcaicos en su estudio de Gerona, o sea entre Rosas y cabo Creus: el del grupo montañoso de Puigmal y el de Osor-Santa Margarita de Vellors, que es de exiguas dimensiones.

Galicia

Manchas de Vigo. — Al Norte de la desembocadura del Miño, como prolongación de la mancha de Braga, encaja en el granito una faja, alineada de Norte a Sur, que desde la ría de La Guardia avanza hasta Lameda, cerca de Bayona. Hacia el Norte de la ría de Vigo aparecen dos manchitas, una, entre Bértola y Vilaboa, y otra, en Santa Cristina. Al Este de Vigo hay otra mancha más extensa en Redondela y una pequeña intercalada en el granito de Cangas. Se atribuyó a la suma de estas manchitas una superficie de 128 kilómetros cuadrados.

Manchas de Pontevedra. — Entre los aluviones de Caldas de Reyes y la ría de Pontevedra, se presenta una fajita, al Sur de la capital; algo al Oeste, otro isleo forma la península donde se asientan Portonovo, Sanjenjo y Noalla, limitado con masa granítica, al Este. Tres manchitas afloran cerca de Caldas de Reyes, otra entre este pueblo y Padrón, otra desde Lamas a cerca del río Lérez y otras dos en las márgenes de dicho río, así como cerca de La Estrada y Vinseiro. Se calculó su superficie en 102 kilómetros cuadrados.

Manchas de Lalín y Santiago. — Al Norte de la primera localidad mencionada se cita una mancha cuya mitad corresponde a la provincia de Pontevedra y el resto a La Coruña; se le atribuyeron 684 kilómetros cuadrados de superficie. La mancha que desde Santiago se extiende hacia Coruña ocupando más de la mitad de esta provincia, fué evaluada por L. Mallada (44) en unos 3.155 kilómetros cuadrados.

Otras manchas de Coruña. — Alineadas de N. NO. a S. SE. afloran dos manchitas entre las rías de Arosa y Muros. Al Norte de Noya otra pequeña, atribuyéndose a las tres conjuntamente una superficie de 170 kilómetros cuadrados.

En la misma provincia se citan otras varias aun más pequeñas, entre ellas: una alineada de Este a Oeste desde la ría de Lage al Norte de Carballo, hasta el mar. Al Sur de Carballo y cerca del Eume hay indicadas otras manchitas a las que, en conjunto, se atribuyó por el citado autor unos 148 kilómetros cuadrados.

Provincia de Lugo. — Entre el mar y la ría de Foz se señala la mancha más septentrional de esta provincia, un poco al Oeste y cerca de Vivero, a la derecha de su ría. Otra mancha más extensa, alargada de Norte a Sur en unos 90 kilómetros de longitud, ha sido señalada entre Sarria y Monforte; se le midió una extensión de 948 kilómetros cuadrados — obra citada (44) — y circunda a Lugo, capital, donde la recubren parcialmente sedimentos modernos.

Zonas más pequeñas fueron señaladas cerca de Prado, Mosteiro, etc., así como en los alrededores de Chantada, evaluándose en 1.100 kilómetros cuadrados su superficie total.

Mancha del Sil. — El curso inferior del Sil hasta desembocar en el Miño, cruza una mancha de la que corresponde a Lugo un tercio aproximadamente y el resto de su superficie hasta 680 kilómetros cuadrados, a la provincia de Orense.

Oeste de Orense. — La parte occidental de esta provincia encierra varias manchitas, algunas muy pequeñas. Una de ellas se extiende desde la Cañiza y Celanova, alineada de Este a Oeste. Cerca de Allariz se citan dos. Junto a Ribadavia se señalaron tres manchitas y otras dos junto a la laguna de Antela y SE. de San Juan de Laza.

Al SO. de la provincia, raya de Portugal, se han atribuido a este terreno varios afloramientos reducidos y pequeños islotes entre el cambriano; se les asignaba 456 kilómetros cuadrados de extensión total.

Por último, citaremos las manchas señaladas como estrato-cristalinas en el SE. de Galicia, de las cuales la mayor se

prolonga, en estrecha faja, por la Sierra de Moncalvo, hacia Zamora. Otra próxima a Viana, como la anterior, alcanza un ancho máximo de tres kilómetros y fajitas estrechas, próximas a Castrelos y Hermisende, suman una superficie que fué evaluada en 346 kilómetros cuadrados, por el autor (44) citado.

Región Central

Según los antiguos mapas corresponden a las provincias de Madrid, Segovia, Avila y, sobre todo, Salamanca, zonas cristalinas relativamente extensas, mientras que otras menos importantes asoman en Zamora, Toledo y Guadalajara, así como en la de Cáceres pequeños isleos.

Provincia de Zamora. — A más de las ya enumeradas, vecinas de Galicia, otras manchitas penetran en Portugal y varias se encuentran totalmente dentro de la provincia.

Citaremos la de Carbajosa-Castroladrones, prolongada a Portugal en Paradella, punto donde el Duero empieza a coincidir con la frontera portuguesa. Dos manchitas se mencionan en tierra de Sayago, que también cruzan la frontera, y otras cinco hacia el SE. y SO. de la provincia, atribuyéndose a la suma de todas ellas unos 110 kilómetros cuadrados de extensión.

Zona de Vitigudino.—Han sido señaladas cinco manchas separadas, una de las cuales engloba la villa, alineándose en su mayor parte, de N. NO. a S. SO., entre Sanchón de Ribera y el río Huebra, al Sur del cual se estrecha y acoda. Otra al NO. de la provincia, penetra en Portugal, pasando el Duero cerca de Aldeadávila. Más al Sur se señala una banda cristalina, arrumbada de Este a Oeste, que cruza el Huebra en término de Cerralbo, el río Agueda junto a Fregeneda y pasa a Portugal. Dos fajitas estrechas, más meridionales, ocupan en

la provincia escasa superficie y se desarrollan en territorio portugués. Al conjunto de esta zona se le ha atribuido unos 570 kilómetros cuadrados de extensión total.

Manchas de Ledesma, Martín Amor, Martínez y Barco de Avila.—Las tres primeras son de escasa importancia, en cuanto a superficie, que fué evaluada en 94, 50 y 140 kilómetros cuadrados, respectivamente; en la segunda arman criaderos estanníferos. Bastante más extensa es la faja, muy irregular, que desde Béjar se acerca a Piedrahita y Barco de Avila; al SO. se han señalado diversos pequeños afloramientos cuya superficie, sumada a la de la faja principal, fué calculada en unos 410 kilómetros cuadrados.

Sierra de Gredos.— Han sido reconocidos diversos afloramientos arcaicos, de los cuales sólo es importante el de Arenas de San Pedro; a su conjunto se le atribuyó unos 170 kilómetros cuadrados de superficie.

Otras zonas de Avila y Toledo. — Se han señalado rocas arcaicas cerca de Cebreros, donde una banda alineada de Norte a Sur y encajada en el granito alcanza, según las primeras descripciones, unos 35 kilómetros de longitud por siete de ancho, y es cruzada por el Alberche. Las manchas de Mingorría y Avila son de menos extensión, y apenas merecen citarse las diminutas de Gemuño, Muñotello y Pradosegar; las manchas pequeñas de Avila sumarían unos 320 kilómetros cuadrados, según la tantas veces citada obra de L. Mallada: *Explicación del Mapa Geológico de España.*

Al Norte de Talavera de la Reina, entre el Alberche y el Tiétar, fueron señaladas dos zonas irregulares, encajadas en granito y cuaternario, a los que se asignó unos 220 kilómetros cuadrados.

Mancha principal Carpetana.—Muy asociada al granito, del cual es a veces difícil distinguirla, integra superficie importante de la cordillera. Forma parte de la divisoria de aguas

entre Duero y Tajo, extendiéndose por las provincias de Segovia, Madrid y Guadalajara.

En los antiguos mapas se le atribuyó una extensión de 1.550 kilómetros cuadrados, y como su proximidad a Madrid la hace muy accesible ha sido objeto de interesantes estudios.

Otros parajes de Segovia y Madrid.—Hacia el Norte de Segovia han sido delimitados múltiples isleos, cuya suma no excede apenas de 80 kilómetros cuadrados; de ellos pueden mencionarse uno entre la capital y Mata del Quintanar, otros entre Santa María de Nieva y Hoyuelo, entre Segovia y Sepúlveda, cerca de Turégano, etc.

En tierras de Madrid, se señala una mancha entre Guadalupe, Colmenar y El Molar, así como una faja, alargada de Norte a Sur, que desde Guadarrama se extiende a los montes de El Escorial y Robledo de Chavela.

Cita C. de Prado otra fajita al Sur de Valdemorillo y varios diminutos isleos en Colmenar del Arroyo, Colmenar Viejo, Peñalara, Navalagamella, etc.; en conjunto se atribuyen unos 450 kilómetros cuadrados a la suma de estas fajas e isleos madrileños.

Manchas de Hiendelaencina.—Se asignaron a la formación arcaica dos zonas irregulares, que en la comarca Atienza-Hiendelaencina deben unirse bajo los depósitos diluviales. La superficie total fué calculada en 128 kilómetros cuadrados; una de ellas rodea a Hiendelaencina y la más oriental se extiende entre Bodería y Jadraque.

Región Bético-Extremeña

En unos 3.900 kilómetros cuadrados estimóse la superficie ocupada por las rocas cristalinas de esta región. Han sido citadas en los parajes siguientes:

Zona de Azuaga. — Es la más extensa formación arcaica de la región, atribuyéndola 1.300 kilómetros cuadrados, de los que parte corresponden a Córdoba y la mayoría a Badajoz.

Otras manchas en Badajoz. — Con una extensión total evaluada en más de 900 kilómetros cuadrados, han sido señalados varios afloramientos enclavados en mioceno y cruzados por el ferrocarril de Mérida a Zafra. Uno de ellos próximo a Almendralejo y los otros cinco cercanos a Villafranca de los Barros. Una fajita alargada ha sido marcada entre Fuente de Cantos y Cazalla de la Sierra.

Zona de Aracena. — En la provincia de Huelva, es la más extensa correspondiente a este terreno y pasa a Portugal, donde alcanza mayor desarrollo; se la calculó en 1.100 kilómetros cuadrados de superficie, dentro de territorio español.

Almadén de la Plata y otras manchas de Sevilla. — Al NE. de la mancha de Aracena hay otra fajita cristalina que interesa a las provincias de Huelva y Sevilla englobando la zona minera de Almadén de la Plata. Otro afloramiento arcaico se señala cerca de San Nicolás del Puerto; uno más extenso al Este de Lora del Río y Peñaflor. Una mancha irregular, al Norte de la anterior y del granito del Pedroso, se extiende de Castillo de las Guardas a Castilblanco y además han sido señalados, hacia el Sur, varios pequeños isleos.

Región Penibética

Las tres bandas estrato-cristalinas de la región Bético-Extremeña se corresponden respectivamente con otras tres en la Penibética, como si fuesen sus prolongaciones.

Serranía de Ronda. — Han sido señaladas varias fajas sinuosas de terreno arcaico entre Málaga, Ronda, Benahavís, et-

cétera, hasta cerca de Estepona. La más importante mancha está en la Serranía y comprende las crestas de las sierras de Mijas, Alpujata, Blanca y Blanquilla extendiéndose a Istán, Alhaurín, Torremolinos, Benalmádena, etc. Al NE. han sido marcadas otras dos en los alrededores de Alora y en total se les atribuía 638 kilómetros cuadrados de superficie.

Sierras Tejeda y Almijara. — La serie de montes y picos que sirven de límite a las provincias de Granada y Málaga, extendiéndose desde Sierra Tejeda a las sierras de Alhama, Játar y Almijara, forma el núcleo de una mancha cuyos dos tercios corresponden a Málaga y el resto a Granada.

Al Oeste del río Vélez, entre Iznate y Vélez Málaga, destaca un pequeño islote cristalino. Se atribuyó una extensión de 800 kilómetros cuadrados al conjunto de la formación arcaica de estas sierras.

Mancha de Sierra Nevada. — Considerada la más vasta de España, calculándose su extensión en 3.570 kilómetros cuadrados, se la suponía muy claramente definida, aun cuando más adelante veremos que parte de sus capas corresponden al secundario metamórfico.

Se alinea de Oeste a Este partiendo del Mulhacén y Veleza hasta los confines de Andalucía con Murcia, después de cruzar por su centro toda la provincia de Almería, para alcanzar gran desarrollo en Sierra Filabres.

Otras manchas de Granada y Almería. — Han sido señalados en ambas provincias numerosos isleos, independientes de la gran zona arcaica de la cordillera, y entre ellos el único extenso es el de Sierra Alhamilla, sumando entre todos 400 kilómetros cuadrados aproximadamente.

Sierras Almagrera, Águilas y de Cartagena. — Más a Levante de la Nevada han sido señaladas otras zonas arcaicas, en gran parte dudosas. La primera de estas sierras pasa de Almería a Murcia; en junto se asignó una extensión de 600 kiló-

metros cuadrados a la primera zona y de 264 kilómetros cuadrados a las más orientales.

NOTA. — Dejamos indicadas en este capítulo la gran mayoría de las manchas que L. Mallada y otros antiguos geólogos asignaron al estrato-cristalino. Varias de ellas son, sin embargo, dudosas — al menos en parte — a la luz de modernos trabajos. A su discusión dedicaremos uno de los capítulos siguientes.

DIVISIONES DEL ARCAICO

No pretenderemos abordar aquí los apasionantes problemas de orden general referentes a la estratigrafía y orogenia del terreno arcaico, ni aun el de su génesis, en que frente a la teoría de la «corteza primitiva», admitida aún parcialmente por A. de Lapparent, y a la de origen preferentemente ígneo, según Lawson, A. Geikie y muchos geólogos ingleses, se generaliza bastante la idea del «origen predominantemente metamórfico», según la tesis geosinclinal de E. Haug, que este autor llega a hacer extensiva a los granitos, y que es casi totalmente admitida por M. Gignoux y otros modernos estratígrafos.

Limitaremos estas breves notas a la reseña esquemática de los tramos admitidos en países donde más típicamente desarrollados se presentan estos terrenos e intentar una síntesis de las divisiones establecidas en diversas regiones españolas.

NO. de Escocia. — La banda arcaica que se extiende, sin interrupción, del cabo Wrath a más allá de Loch Duid formando también las Hébridas exteriores, ha sido objeto de profundo y detallado estudio.

Los «gneis» de la isla Lewis, se supuso, primeramente, que constituían una formación sencilla, integrada por estratos metamorfizados, coincidiendo los planos de exfoliación y sedimentación. Más tarde, los trabajos de Teall, A. Geikie, etc., y las memorias que acompañan a los modernos detallados mapas

del Geological Survey, han probado que la supuesta estratificación es falsa y la estructura, en realidad, complicadísima.

Dentro del «gneis lewisiano» se han distinguido: *A*, complejo fundamental, y *B*, una serie de diques eruptivos que atraviesan aquél.

A su vez, en el complejo fundamental se han diferenciado estos grupos:

1. *Rocas de elementos ferromagnesianos*, sin feldespato ni cuarzo. — «Piroxenitas», «Hornablenditas», etc.
2. *Rocas piroxénicas*, con feldespato y a veces cuarzo. «Gabbros cuarcíferos».
3. *Rocas hornabléndicas*. — Unas «sin cuarzo», ultrabásicas, macizas u hojosas, con epidota, granates, etc., llegando a ser pizarras hornabléndicas, y otras «con cuarzo», tales como «granulita gneísica», «pizarras con hornablenda», etc.
4. *Rocas con biotita dominante*, con «feldespato y cuarzo», o sea «gneises típicos» y «granulitas gneísicas».
5. *Rocas con cuarzo, feldespato, biotita y muscovita*, o sea «gneis con dos micas».

Estas rocas, semejantes a masas eruptivas profundas, incluyen entre ellas a algunas rocas de facies sedimentaria: «micacitas», «pizarras cloríticas», «ídem grafíticas», «gneis con kyanita», «calizas» y «cuarcitas». Todo este *complejo fundamental* es atravesado por un sistema de diques en que se han diferenciado:

1. *Ultrabásicos*. — De estructura maciza: «peridotitas»; estructura hojosa: «pizarras talcosas».
2. *Básicos*. — Macizos: «doleritas» y «epidioritas»; hojosas: «pizarras hornabléndicas».
3. *Rocas con microclino y mica*. — «Dioritas», con biotita y plagioclasa.
4. *Ácidos*. — «Granitos» con microclino y biotita: «Granitos gneísicos».

5. *Ultra-ácidos*. — «Pegmatitas». En algunos parajes las rocas han retenido algo de su estructura, probablemente original, y se reconocen «sienitas», «dioritas» y «gabbros», entre otros tipos ígneos. Se pasa gradualmente de estas áreas a otras en que se inicia la estructura hojosa, en «gneis groseramente fajeado», cuyos minerales se han segregado en bandas lenticulares y concreciones elípticas.

El piso *Dalradiano*, integrado, al Sur del Gran Glen, por potente serie de «cuarcitas», «filadios», «pizarras grafíticas», «micacitas» y «mármoles», encierra también numerosas intrusiones de «rocas ígneas» y «gneis». Por ello, y la extrema complejidad de los pliegues, es difícil diferenciarlo bien del complejo fundamental.

La *arenisca de Torridón*, cubierta en discordancia por el cambriano fosilífero de Durness, se halla separada del complejo fundamental por fuerte discordancia y constituye una serie que excede los 20.000 pies de espesor, más bien inclinada que plegada. Está integrada por «areniscas» y «arkosas», más o menos rojizas y de grano grueso, procedentes, según muchos petrógrafos ingleses, de la destrucción de relieves montañosos, situados hacia el Norte en el actual emplazamiento del Atlántico.

A partir de la base parece indicado señalar sólo dos pisos bien diferenciados en la enorme serie arcaica escocesa: 1. *Gneiss Lewisiano*; 2. *Arenisca de Torridon*.

Francia. — Muy escasa importancia y desarrollo muestran las formaciones arcaicas en la nación vecina.

Aparecen en las antiguas cartas geológicas francesas afloramientos bastante extensos de terrenos arcaicos en los Vosgos, Meseta Central y Macizo Armórico; sin embargo, E. Haug, M. Gignoux y otros geólogos modernos, niegan o limitan mucho tales formaciones arcaicas.

Se admite hoy que ni aun el Algonkino está con certeza

representado en la Meseta Central francesa, cuyas series metamórficas más antiguas son cambrianas, quedando al Oeste del macizo vastas extensiones de «gneis», «granitos» y «micacitas» de edad indeterminada.

En los Vosgos se han observado varios apuntamientos de «gneis» que soportan, en discordancia, pizarras sin fósiles, de cuya edad antecambriana no existe ninguna prueba.

Por último, en el Macizo Armoricano las *pizarras de Saint-Ló* o «Brioveriano» de Ch. Barrois, «pizarras verdes de Rennes» y «pudingas de Gurin», forman un conjunto, muy plegado, cuya edad anterior al cambriano es generalmente admitida. Los grandes macizos de «granito», «gneis» y «micacita» que forman la armazón del suelo armoricano, parecen ser facies metamórficas de terrenos antecambrianos, pero otros de estos islotes graníticos son más modernos, llegando al carbonífero inferior.

Muchos autores coinciden en admitir los tres pisos siguientes:

- 3.º *Brioveriano*; esencialmente pizarreño.
- 2.º *Gneis micáceo*, micacitas, kersantitas, etc.
- 1.º *Gneis nodular*, granitos.

Escudo Báltico.—Como ejemplo de estudio detallado y complejidad, tal vez exagerada, de las formaciones antecambrianas, consignaremos a continuación un resumen de los tramos que en Finlandia admite E. Haug, siguiendo a J. J. Sederholm.

Algonkino.	III.	<i>Jotniense</i> . .	Areniscas e intrusiones diabásicas; «Granitos porfiroides», «rapakivi» conglomerados y corridos de <i>labradoritas</i> .	
			(discordancia)	
	II.	<i>Jatuliense</i> . .	2. — <i>Jatuliense superior</i> u <i>Onegiense</i> . Rocas básicas laminadas, «areniscas» «pizarras dolomias», «antracita» (shungita) «pórfidos» con «cineritas».	
			1. — <i>Jatuliense inferior</i> . Rocas básicas laminadas, «pizarras arcillosas» «dolomias», «cuarcitas», conglomerados, areniscas, «granitos post-kalevienses».	
	Arcaico.	I.	<i>Kaleviense</i> .	(discordancia)
				2.— <i>Kaleviense superior</i> . Rocas básicas laminadas.
3.—		<i>Botniano</i> . .	«Pizarras y conglomerados», «granitos», «pórfidos» «porfiritas».	
			2.— <i>Ladogiano</i> . «Micacitas y filadidos», «cuarcitas vítreas», «calizas dolomíticas», «metabasitas», «gneis glandular», «granitos», «dioritas» y «peridotitas».	
	1.— <i>Catarcaico</i> . «Gneis granitoide» con intercalaciones de «metabasitas», o sea «rocas básicas» muy metamorfizadas.	(fuerte discordancia)		

Estos términos de la serie arcaica, separados por discordancias, deben corresponder a otras tantas fases de sedimentación separadas por movimientos orogénicos.

América del Norte.—En el llamado «Escudo Canadiense» la división clásica de este terreno, por Logan y Murray, que consideraba como fundamentales y más antiguos los «gneis» del *Laurentino* y sobre ellos discordantes al *Huroniano* esencialmente sedimentario, ha sido radicalmente modificada, según es sabido, pues de estudios detallados resulta que las «anortositas» y «noritas», del grupo superior *Lauréntico*, son enormes

intrusiones ígneas entre las capas de las series sedimentarias, de Granville, Ontario y otras. Aparece así el «gneis lauréntico» no siempre como fundamental y más antiguo, sino en parte más joven que series sedimentarias por él atravesadas.

También el Geological Survey norteamericano, al proponer el nombre de *Arcaico* para la serie fundamental, esencialmente ígnea, le asignó primeramente edad anterior, siempre, a las capas sedimentarias del *Algonkino*. Más tarde, observaciones conjuntas y detalladas de geólogos canadienses y de los norteamericanos del U. S. Geological Survey, Ch. van Hise, Lawson, etc., han determinado que el terreno llamado *Arcaico* engloba varias intercalaciones sedimentarias, mientras que el *Algonkino* se presenta atravesado en múltiples parajes por «gneis» y rocas macizas, verosímilmente endógenas.

La división en pisos que puede suponerse allí más generalmente aceptada es la que sigue:

6. *Keewenaviense* — «Gabbro» en la base, capas de «lava» mezcladas con «areniscas» y «conglomerados»;
5. *Annimikiano* — sedimentario; «cuarcitas» en la base y «pizarras» superiores.
4. *Huroniano superior* — (*Keewatin sup.*) — «cuarcitas», «pizarras», «conglomerados» y «calizas» atravesadas por «granitos».
3. *Huroniano inferior* — (*Keewatin inf.*) — ídem íd., más «pizarras verdes», «arkosas» y «rocas ígneas verdes».
2. *Serie de Coutchiching* — (al Oeste y al Este series *Hastings* y *Granville*) — «pizarras» con «biotita» y «cuarzo», «gneis» gris de grano fino.
1. *Lauréntico* — antiguo *complejo fundamental*, ígneo, integrado por «gneis basto» fajeado, gris, muy feldespático, más numerosas coladas y «cineritas

volcánicas» básicas; «granitos» macizos y «gneis granitoide», así como algunas rocas sedimentarias, atravesadas por masas ígneas.

Conviene tener siempre presente que dos grandes discordancias separan el *Algonkino* (*Keewenan* y *Annimikie*) del *Huroniano* y éste del *Ontariense*. Los «granitos laurénticos» atraviesan sólo el *Ontariense*, mientras que los «algonmianos» cortan también los estratos del *Huroniano*, y nunca al *Algonkino*, sensiblemente horizontal.

Para terminar estas esquemáticas indicaciones consignaremos que para M. Gignoux y R. Ruedeman la complicada estructura de los «escudos» *Báltico* y *Canadiense* indica que su historia es más larga y compleja que la de las Eras primaria, secundaria y terciaria reunidas. Los últimos episodios de la historia antecambriana, únicos descifrables, nos hacen asistir a la *surrección y arrasamiento de varias cadenas de montañas sucesivas*. Como no cabe precisar los plegamientos más antiguos que la *cadena huroniana*, inmediatamente anterior al Cambriano, aquélla es la única sincronizable en diversas regiones.

La existencia de glaciares en la Era arcaica es un hecho de mayor interés para la historia climática de nuestro globo. Reconocida por el insigne A. Wegener, W. Köppen y otros geólogos, citaremos sólo la presencia de depósitos morrénicos en el conglomerado de base del *Huroniano* en la región de los Grandes Lagos, Norteamérica, donde se ha pretendido diferenciar diversos periodos glaciares. Asimismo se han señalado formaciones morrénicas y otros indicios de glaciación en las capas antecambrianas del *Verangerfjord* noruego, en Siberia, Spitzberg, etc.

Noroeste de España

Como compendio de los trabajos publicados por numerosos geólogos y, sobre todo, de sus detalladas observaciones, P. H. Sampelayo, en su obra *Hierros de Galicia*, aporta múltiples datos útiles; consigna la división clásica de Mac Pherson en los siguientes tres tramos:

<i>Tramo superior.</i>	} «Pizarras verdosas» con «mica» o «clorita». «Pizarras micáceas», «cloríticas» y «talcosas», con intercalaciones de bancos de «cuarcita» en la base.
<i>Tramo medio.</i>	} «Micacitas». «Gneis» de plagioclasa. «Gneis» anfibólico. «Gneis micáceo».
<i>Tramo inferior.</i>	
	«Gneis fundamental».

Hace constar que el profesor E. H.-Pacheco, en su *Síntesis geológica del Norte de España*, juzga como precambrianos y georgienses las pizarras del tramo superior y propone, como resultado de sus observaciones personales, la siguiente división del estrato-cristalino gallego.

Tramo superior. — «Talcitas» y «pizarras cloritosas».

Tramo medio. — «Micacitas».

Tramo inferior. — «Gneis anfibólico» y «Gneis nodular».

Cordillera Carpetana

Al tratar de la Cordillera Central española, J. Mac Pherson, en su *Síntesis estratigráfica de los terrenos arcaicos de España*, divide la serie arcaica en los siguientes tramos u horizontes, que, según dicho autor, se repiten en el resto del país:

3.º «Micacitas» y «talcitas».

2.º «Gneis micáceo», «anfíbolitas», «rocas piroxénicas» y «graníticas», abundantes en minerales accesorios.

1.º «Granito gneísico» y «gneis glandular» muy potente, base de la serie en toda la Meseta Central española.

El profesor L. F. Navarro, en sus publicaciones referentes al Guadarrama, admite en esencia los mismos tramos, considerando el «gneis glandular» como base de la formación arcaica y estratigráficamente más altas los «gneis micáceos» y «fibrolíticos». Considera características del horizonte tercero o superior, las «pizarras micáceas», ricas a veces en «granates» y «silimanita». Al mismo horizonte se atribuyen las «calizas cristalinas» descritas por J. Carandell, ricas en minerales accesorios.

Región Sur de España

En la Serranía de Ronda las divisiones establecidas por los Sres. Mac Pherson, Michel Lévy y Bergeron, han sido aceptadas, con sólo ligeras modificaciones, por D. de Orueta (56), quien diferencia los siguientes pisos o tramos:

Tramo inferior. — Desde la base del «gneis glandular» hasta el «gneis con cordierita». Espesor, 200 metros aproximadamente.

Tramo medio. — Desde el «gneis con cordierita» hasta el final de las grandes masas de «dolomia»; esto es, hasta los puntos en que vuelven a empezar las alternancias de esta roca con las «micacitas». Espesor aproximado, 1.500 metros. La «dolomia» falta a veces, y entonces el tramo entero se compone de «gneis», que en su parte superior pasan a «micacitas».

Tramo superior. — Desde el comienzo de las citadas alternancias hasta las «pizarras clásticas» cambrianas. Espesor de 200 a 250 metros.

En los macizos central de Sierra Nevada y Sierra Almijara, las divisiones establecidas por los geólogos primeramente citados han sido detalladas y ligeramente modificadas por D. de Orueta (57), que admite los siguientes tramos:

1. *Inferior*.—Formado por el «gneis glandular» y el «micáceo».

2. *Medio*.—Integrado por diversas «micacitas» y «calizas dolomíticas» cristalinas.

3. *Superior*.—Que comprende las «micacitas» suprayacentes a las calizas y las «micacitas graníticas» de Sierra Nevada.

Comparando entre sí las diversas clasificaciones extranjeras y españolas, que quedan sintetizadas en las anteriores páginas, salta a la vista su completa heterogeneidad.

En cambio, dentro de la Península Ibérica las formaciones arcaicas muestran, casi siempre, los mismos tres pisos, litológicamente caracterizados, y sólo con las del macizo armoricano muestran alguna relación.

IV

RESEÑA DE ALGUNAS MANCHAS ARCAICAS

Sería excesiva labor intentar una descripción de todas las zonas españolas en que afloran las capas arcaicas; vamos a reseñar sucintamente a continuación, las manchas más extensas y aquellas cuya estratigrafía ha sido detalladamente investigada.

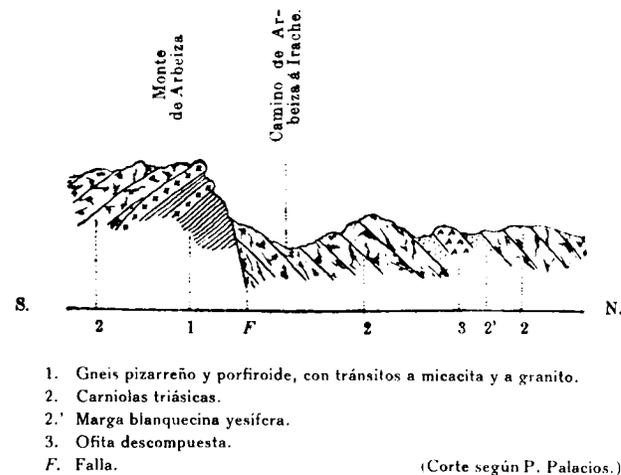
Región pirenaica.—La escasa extensión ocupada en los Pirineos por los estratos arcaicos es un hecho destacado por Jacob, Fallot, A. Marín y otros investigadores de la cordillera.

En Navarra señala Palacios (P.) la presencia de dos muy pequeñas bandas cristalinas, sitas en la vertiente septentrional del monte Arbeiza; la más extensa cerca de la cumbre, bajo «carniolas» triásicas, y otra a unos 500 metros al Oeste, aun más pequeña y también cubierta por el triás.

Domina en estos afloramientos el «gneis», algunos de cuyos bancos muestran estructura pizarreña, son poco abundantes en feldespato y marcan el tránsito a las «micacitas», de las cuales se ven también allí varios lechos con muy poco espesor.

Otras capas de «gneis» se hallan muy cargadas de feldespato, el cual suele a veces concentrarse en zonas estrechas que toman aspecto de «granulita» y en las que no es raro encontrar «granates» menudos, de color rojizo. Pero más gene-

ralmente el «gneis» aparece salpicado de cristales de «ortosa» que le dan aspecto porfiroide. Los cristales alcanzan una longitud de tres o cuatro centímetros y presentan la macla de Carlsbad, frecuentemente.



Para M. Dalloni pueden atribuirse al arcaico, entre otras, las siguientes manchas pirenaicas de pequeñas dimensiones.

En el Valle de Arán, a orillas del Garona y aguas arriba de Les, se presenta un «gneis» con «biotita», relacionado con el «granito». La roca fajeada se fracciona en grandes losas; su color es gris, a veces rojizo. «Pizarras satinadas» duras destacan en el Pico Montludo y afloran en el valle recubiertas parcialmente por el Siluriano y, según Caralp, discordantes sobre el «gneis».

Al Sur de Bosost aparecen «filadios», grises y verdosos, «pizarras micáceas» y «sericíticas», recortadas por filones de «cuarzo» y «granulita», muy numerosos en el macizo forestal que hasta Luchón se extiende; aparece ampliamente el «granito» en el núcleo de esta cúpula y en su aureola las pizarras se muestran cargadas de silicatos de metamorfismo.

Los valles de los Nogueras comprenden una banda de pizarras cristalinas, de siete a ocho kilómetros de ancho, que sigue la frontera a lo largo de las crestas, entre el «granito» de Marinanya, que separa el Valle de Arán de los Nogueras, y el gran macizo granítico del alto Ariège, en el cual parece fundirse tras mostrarse claramente en las orillas del Noguera Pallaresa.

En la base de esta faja arcaica se presentan «gneises granitoides» y «nodulares» que forman salientes, dando lugar a paisaje áspero y severo. Sobre ellos vienen las «micacitas», que pasan a «filadios» y a pizarras con «estaurótida». Estos bancos son atravesados por filones de «pegmatita», a veces turmalinífera.

Todo este afloramiento está rodeado al Norte y Sur por un tramo clasificado como Precambriano que integran «pizarras satinadas», de tinte más claro que las precedentes, «pizarras sericíticas» alternando con «leptinitas» y algún banco de «caliza». Estas pizarras se hacen «maclíferas» en la vecindad del «granito» o filones «granulíticos» y su aspecto es más retorcido que el de los bancos paleozoicos superiores.

Andorra muestra escasa extensión de capas arcaicas, en Valira del Norte y Pedroux-Hospitalet. El «gneis» forma, en Pedroux, la serie inferior y dibuja de Este a Oeste una banda, cuyos caracteres petrográficos son constantes; pasa gradualmente a «micacitas» y, en contacto al «granito» de Font Negre, a pizarras ricas en minerales de metamorfismo. La aureola de pizarras precambrianas muestra la serie ordinaria: «talcosas», «sericíticas», «micáceas», etc.

Otras manchitas semejantes, en el Fresser, alto Ter y Alberes, muestran una constitución litológica bastante análoga.

En Cabo Creus, antes de llegar al mar, las capas cristalinas se hunden bajo el Siluriano que entre Argelés y Selva del Mar forma las colinas del litoral catalán.

Contra lo indicado por Dufrenoy en su mapa de esta región, Caralp ha reconocido, entre Selva del Mar y el Cabo Creus, la prolongación oriental de la zona más antigua de los Alberes: «gneis» y pizarras cristalinas, formando anticlinal en que aparecen algunos «cipolinos».

El «gneis granitoide» y «glandular» se hunde bajo las «micacitas», que muestran las hojas de «mica» plegadas y retorcidas en caprichosos contornos. Encima vienen pizarras micáceas con «gedrita», y después «sericíticas» con «lepidolita», cerca de Cadagués y Ligat. Varios filones de «pegmatita», «fluorina» y «cuarzo», cortan en Cabo Creus las pizarras cristalinas, y en su contacto, la «muscovita», «berilo», «granates», «andalucita», «silimanita» y «disthema» aparecen abundantes.

Para M. Deperet estas rocas de Alberes y Cabo Creus deben ser cambrianas, mientras que Mengel y L. Bertrand prefieren clasificarlas como silurianas, atribuyendo al devoniano las calizas.

Como resumen, juzga M. Dalloni (13) (14) que, en algunos puntos de los Pirineos, existen formaciones metamórficas muy antiguas, difíciles de fechar exactamente; localizadas en el eje de la cadena, afloran en el corazón de las áreas anticlinales y sobre ellas se apoya la serie paleozoica.

La potencia de este terreno es considerable, aun teniendo en cuenta el intenso plegamiento; las subdivisiones se establecen por caracteres petrológicos, y el grado de metamorfismo se acentúa hacia la base.

Galicia. — Al tratar de este terreno, en su obra *Hierros de Galicia*, P. H. Sampelayo indica que de los tres tramos clásicos sólo el inferior, formado por «gneis nodular» y «micáceo», y el medio, de «micacitas» y «pizarras lucentes», se hallan representados en la zona ferrífera gallega.

Consigna que en todas partes se muestra el estrato-crista-

lino unido al «granito», y que como en ningún punto de dicha zona aparece seguramente inferior a las más antiguas formaciones sedimentarias, no adopta para las capas cristalinas el nombre de arcaico, pues, si en algunos casos les cuadraría, en otros llevaría a error, por tratarse de capas más modernas metamorfizadas.

Atendiendo a que el «gneis» clásico está poco representado en Galicia, aparte el asomo de Vigo, hace la siguiente descripción de uno de sus afloramientos:

«La Isla Colleira está situada delante de la punta conocida por Vigía de Vicedo y distará unos 300 metros de tierra. Es alargada de Este a Oeste. La dirección y el buzamiento de sus estratos se ajustan a ley general de la zona N. 30 a 40° E. y buzamiento al NO., de unos 50 grados con la vertical; aun cuando ésta es la norma, tienen sus rocas frecuentes inflexiones y rizados rápidos, propios de las rocas del estrato-cristalino. Igualmente ha sufrido los mismos movimientos tectónicos que la costa próxima, de la que debió ser arrancada por hundimiento, y así vemos que su acantilado abrupto está hacia el Este y SE., y su declive suave en la superficie hasta hundirse en el mar por la parte Oeste y NO. de la isla, disposición muy repetida en las numerosas fallas, paralelas a los estratos y propias de estos terrenos antiguos.

»Respecto a rocas, ofrece una gran monotonía. Está formada por un tramo de micacitas nodulares, que se convierten en un verdadero «gneis amigdaloides», los núcleos del cual son cristales de «feldespato ortosa», que varían de tamaño desde dos a tres milímetros hasta seis a ocho centímetros de largo; son muy abundantes y bien desarrollados.

»Las formas cristalinas del mineral no se ven bien, unas veces porque están desgastadas o alterados los cristales de la superficie, y otras por lo difícil que resulta destacarlos limpiamente de la mica que tienen fuertemente adherida; gran parte

de los ejemplares están maclados según la ley de Carlsbad. Los nódulos de «cuarzo» son menos abundantes.

»La única clase de roca distinta de este «gneis nodular micáceo» está representada por unos diques, blancos y de poca potencia, que se encuentran reunidos cortando los estratos de los acantilados de la parte Sur, próximos al embarcadero. La roca es sumamente arenosa y está completamente alterada por meteorismo, tanto, que solamente por su presentación y ser igualmente granuda en toda su masa, se podría asegurar que es un asomo eruptivo; por analogía con otros diques de la costa, los suponemos de «aplita».

»Las «micacitas» son sumamente lustrosas en la fractura fresca y de colores muy diversos. Los filones de «cuarzo» son frequentísimos, según la estratificación o cortando los estratos y rellenando grietas, algunas formadas con gran violencia, pues han seccionado a cercén cristales de «feldespato», hoy pegados por el delgado filoncillo de cuarzo.

»El meteorismo intenso a que están sometidas las rocas en esta zona, hace destacar las partes duras; los nódulos de «feldespato», más o menos desgastados, resultan en relieve sobre la superficie de las «micacitas» meteorizadas, dándoles un aspecto granudo particular; es el cuarzo por su mayor dureza el que forma las puntas más descaradas hacia el mar.

»La potencia del «gneis» se podría evaluar en 400 ó 500 metros. La costa próxima está formada por el mismo material.»

Al describir el isleo Monfero, consigna la presencia del «gneis glandular» acompañado por otra variedad, poco micácea, con elementos muy finos de feldespato. Abundan en este isleo las «pizarras micáceas» diferenciadas de las «micacitas» por la escasez de «cuarzo». En Sierra de la Loba, se encuentran «pizarras turmalíferas» y otras con «granates», «silimanita» y «distena» blanca, ya citada por Schulz. Es notable la presencia de aquellos dos silicatos que Barrois (3) (3 b) echaba de me-

nos entre los minerales metamórficos propios del terreno primitivo del Morván, cuyas formaciones juzgaba comparables a las gallegas.

La simétrica posición de dos ramas de «gneis nodular» es juzgada como indicio de anticlinal, no hay discordancia entre las capas primitivas y paleozoicas, y es quizá el único punto de la región donde el «granito» no aparece en contacto con las capas cristalinas.

En el isleo de Foz, principal de los enclavados en el granito de Vivero, menciona el citado autor, «filitas» muy tegulares y satinadas, con numerosos cristallitos de metamorfismo, y «micacitas» casi horizontales, muy fisibles y moteadas de silicatos aluminosos y diminutos «granates»; se alteran estas rocas en las facies de Ribadeo, donde algunos bancos se cargan de «magnetita» alternando con pizarras «cloritosas» y delgadas «cuarcitas». Este tramo en Valle del Oro presenta una facies, ya citada por Schulz, de «pizarras lustrosas» y «gneis» casi negro.

Las «itacolumitas» al Oeste de Foz empiezan a arrumbarse al NE., casi horizontales; más al Oeste, es decir, debajo geológicamente, se presenta una serie de areniscas a veces muy feldespáticas que alternan con «micacitas» y «pizarras arcillosas» en el recorrido de Fazour a Cangas. Para el autor citado, el cambio de buzamiento de SE. a NO., señala un gran anticlinal de terreno cristalino.

Los isleos de Villalba y Lugo muestran predominio de las «micacitas», consideradas por Barrois como típicas del tramo inferior.

El episodio cuarzoso de las «itacolumitas» y «cuarcitas tableadas» de Peña Goia, es muy importante por separar los terrenos paleozoicos y los cristalinos que hacia el Este se extienden.

Al terminar P. H. Sampelayo su descripción de los isleos

crystalinos enclavados en la zona ferrífera gallega, consigna una rectificación de esencial importancia: se refiere al papel que han tenido los macizos primitivos en los primeros movimientos orogénicos. Mac Pherson fué el primero en enunciar los plegamientos del terreno arcaico en época anterior al siluriano y muchos geólogos han seguido sus ideas.

Como base de la realidad de tales plegamientos, afirma en el *Ensayo de Historia Evolutiva de la P. I.*, que «las pizarras inferiores cambrianas cubren a las formaciones arcaicas y se relevan a veces por «*grauwackas*» y «*conglomerados*». Esto servía de prueba para afirmar la existencia de tierras emergidas, al iniciarse el cambriano, formadas por las idénticas rocas cristalinas que hoy observamos».

Por su parte, el moderno geólogo repetidamente citado, circunscribiéndose a la región gallega, afirma no haber hallado ninguna «*pudinga*», ni siquiera «*grauwacka*», en las rocas cambrianas que llegan hasta las del estrato-cristalino.

Zonas centrales de la meseta. — Según queda indicado anteriormente, las formaciones clasificadas como arcaicas ocupan extensión considerable en las provincias de Zamora, Salamanca y Avila, estando sólo representadas por algunos isleos en Segovia, Madrid, Guadalajara y Toledo.

Las rocas cristalinas en la provincia de Zamora, según Puig Larraz, ocupan la siguiente situación: El «*gneis granitoide*» se encuentra en casi todos los manchones de alguna extensión constituyendo siempre la base, o sea en contacto con las rocas graníticas. Cita también «*gneis típico*», de grano fino, «*gneis sericitífero*», «*micacitas*», incluyendo variedades «*chiastolíticas*» y «*turmaliníferas*», próximas éstas a los filones cuarzo-estanníferos, cercanos del Duero, y, por último, la «*caliza*» en un solo isleo.

En Salamanca, según Gil y Maestre (25), no sólo se presentan las rocas típicas de la base del terreno, sino también

«*pizarras micáceas*» y «*filadios nodulares*», correspondientes a niveles más altos.

La extensa mancha de Barco de Avila, principal de esta provincia, presenta como rocas más desarrolladas, según Martín Donayre, el «*gneis micáceo*», «*micacitas*» y algunas «*talquitas*», mientras que en la banda cristalina de Mombeltrán ha sido señalada la presencia de «*caliza*».

En la provincia de Segovia, D. de Cortázar señala una mancha estrato-cristalina relativamente extensa, que está enclavada en la cordillera Carpetovetónica y rebasa los límites de la provincia; indica además la presencia de otros cinco pequeños isleos arcaicos en la sierra y cuatro más fuera de ella, algunos pequeñísimos y el que más de unos 40 kilómetros cuadrados.

Establece el citado autor que marchando de Norte a Sur puede determinarse la siguiente síntesis de la composición petrográfica de la Sierra:

«Sobre las masas graníticas más compactas y mejor determinadas se apoyan los estratos de «*granito gneísico*», a los que suceden ordenadamente las capas del «*gneis noduloso*» y el «*gneis micáceo*», y las «*micacitas*» con «*anfíbolitas*» y «*calizas*» para constituir entre todo una masa de rocas que excede de 6.000 metros de espesor.»

Con el nombre de «*terreno gneísico*», C. de Prado (59), describe el arcaico de Madrid, mencionando en él diversas variedades de «*gneis*», tabular, micáceo, feldespático, turmalinífero, verde, etc., y, además, «*micacitas*», «*cuarcitas*», «*calizas*», «*anfíbolitas*», «*eclogitas*» y hasta una capa de «*antracita*». En el capítulo III dejamos indicados los tramos que L. F. Navarro y J. Carandell han diferenciado en el arcaico del Guadarrama madrileño.

Al estudiar el arcaico de Guadarrama, zona NO., admite L. Fernández Navarro (21) la presencia de los tres clásicos

horizontes de Mac Pherson, indicando la falta del «gneis granitoide» y que el «gneis glandular» parece pertenecer a la parte superior del horizonte que caracteriza, pues está frecuentemente atravesado por lechos micáceos. Atribuye al «gneis de cordierita» la mayor parte del tramo medio en el manchón de Hiendelaencina, y el tramo superior casi todo al manchón occidental, integrado por «micacitas», a las que se sobreponen las «pizarras cristalinas». En su reciente estudio de Hiendelaencina, los Sres. Kindelán y Menéndez Ormaza, admiten sólo, como bien representado, el tramo inferior y, como dudoso, el medio.

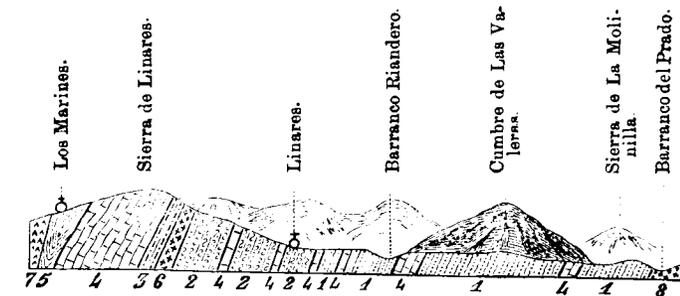
En la provincia de Toledo los antiguos mapas figuraban como granito toda la extensa mancha de terrenos que se extienden al Sur de la capital, pero ya hace años, los señores E. H.-Pacheco y L. F. Navarro, así como más recientemente los Sres. L. Mallada, E. Dupuy de Lôme y J. Gómez de Llarrena (26), admiten la presencia de varios manchoncitos estrato-cristalinos, singularmente entre la línea Noel-Almonacid y el Tajo.

Se han descrito multitud de variedades del «gneis», siendo frecuentemente «granatífero, a veces «glandular», típico, como en el meandro del Tajo, cerca de los molinos de San Servando; y en otros parajes el «gneis» «micáceo pizarroso» alterna con «micacitas», «anfíbolitas», y aun «calizas cristalinas» en Mascaraque. Cortan las rocas cristalinas numerosos filones de «pegmatita», «dioritas», «granitos» y «diabasas», según dos direcciones principales, en ángulo recto.

Zona Bético-Manchega. — La provincia de Huelva presenta en Sierra Alta dos isleos arcaicos, alargados de Este a Oeste, de los cuales el septentrional pasa a Sevilla y el de Aracena a territorio portugués.

En su antigua magistral descripción de la provincia, J. Gonzalo Tarín (29) sostiene que no deben aquí admitirse los tres

pisos de Mac Pherson, sino solamente dos grupos, faltando el «gneis glandular» y estando representados sólo distintas variedades de «gneis común», que para él forman tramo superior del grupo inferior. Dentro del grupo superior admite tres tramos: 1, Tramo de las «micacitas» propiamente dichas; 2, Tramo de las «talquitas» que en su base presenta «pizarras talcosas» con sericita, «pizarras cloríticas» y «calizas», etc., a cuyos bancos se sobreponen rocas también pizarreñas con «sericita», «clorita», etc., en general más arcillosas que las del



1. Gneis. — 2. Pegmatitas y otras rocas feldespáticas. — 3. Anfíbolitas y pegmatitas.
4. Calizas. — 5. Talquitas. — 6. Kersantita. — 7. Diabase. — 8. Sienita.

(Corte según Gonzalo Tarín.)

subtramo inferior; 3, Tramo de las «filitas», integrado por «filadíos» arcilloso-talcosos y «pizarras» más o menos satinadas, «cuarzo», etc.

En el corte del río Sillo a Sierra de Cumbres, Valle Hornito y Llanos de los Arriscaderos, cita dicho autor, a más de rocas típicas cristalinas, pizarras arcillosas de varios colores, «calizas», «cuarcitas», y rocas «diabásicas» que han metamorfozeado los estratos vecinos.

La zona Norte de Sevilla se halla parcialmente ocupada por ancha faja, desde la provincia de Badajoz al Guadalquivir, de estratos arcaicos, en los cuales Mac Pherson (50) (52) distin-

guió primeramente dos tramos, que son los más desarrollados; en la parte superior se presentan «pizarras lustrosas» y «satinadas», mientras que la inferior, según él, está integrada por inmenso desarrollo de «micacitas», «talquitas», pizarras «anfíbolicas» y gruesos bancos de «caliza», ocupando su base un tramo de considerable espesor formado por rocas «gneisiformes».

No intentaremos sintetizar los estudios de dicho autor, pues se consideran clásicos y han sido extraordinariamente divulgados por diversos escritores nacionales y extranjeros; sólo consignaremos que, según él, la estrecha unión de estas capas cristalinas con las grandes masas graníticas, hace dudar si parte de aquellos estratos serán realmente arcaicos o metamórficos de edad más reciente. Desconocemos la existencia de modernos estudios que se refieran a esta interesante región en su conjunto.

Los materiales estrato-cristalinos en la provincia de Badajoz, según Gonzalo Tarín (28), se extienden en dos capas, separadas por ancho espacio que ocupan otras formaciones sedimentarias; corresponden a la parte Sur de la cuenca del Guadiana y se orientan de O. NO. a E. SE. aproximadamente. El citado geólogo describe someramente dichas dos manchas, indicando la presencia de análogas rocas a las que integran las manchas arcaicas de Huelva, más importantes y mejor estudiadas; asimismo menciona la íntima asociación de estas manchas cristalinas con rocas endógenas diversas, por lo cual su edad arcaica, en algunos puntos, puede ser dudosa.

Serranía de Ronda, Sierras Almirajara, Nevada, etc.—Como es muy sabido, estas comarcas andaluzas han sido objeto de notables estudios — en la segunda mitad del pasado siglo — por parte de célebres geólogos como Barrois, Michel Levy, Offret, Bergeron, Mac Pherson, Orueta-Aguirre, Taramelli Mercalli, etc. No transcribiremos, sin embargo, ni aun síntesis

de sus investigaciones por ser muy general y universalmente conocidas.

En la parte meridional de la Serranía de Ronda, D. de Orueta hace observar que alcanzan las dolomias cristalinas notable desarrollo, y en los Llanos de Juanar el manchón metamórfico en que tan notable serie de minerales fué descrita por los geólogos franceses de la clásica «Mission d'Andalousie», ha sido objeto de nueva minuciosa investigación (Lám. I).

Según el citado geólogo español (56) se encuentran todos los tránsitos desde las «dolomias cristalinas» puras y el «talco» puro, o casi puro, última etapa, en este caso, de la acción metamórfica, y afirma que: «en una gran masa de dolomia cristalina, preexistente, ha venido una causa posterior a originar las rocas del Juanar, parte a expensas de la dolomia misma, parte con el aporte de elementos nuevos, que han formado minerales también nuevos».

Establece, por último, la hipótesis de que el metamorfismo ha sido originado por la *erupción peridótica*, o con más precisión, por agentes mineralizadores emanados de ella. Aduce como argumento esencial, que las «humitas», «pargasita», «pleonasto» y «olivino» encontrados en aquellas rocas, son minerales ferromagnesianos, que es difícil conseguir emanen de magmas que no sean peridóticas. Otro argumento es el estudio detallado de Sierra Blanca (Lám. I), puesto que recorriendo sus cumbres en excursiones radiales, partiendo del Juanar, se ve que este asomo metamórfico, si bien es el más extenso de la sierra, no es el único.

Indica que el metamorfismo de las dolomias no se localiza en un punto central de la sierra, sino que se distribuye a lo largo de una zona no muy ancha orientada de O. NO. a E. SE. que atraviesa toda la montaña de Ojén a Istán, y esta línea es la distancia más corta entre las dos mayores «masas peridóticas» de la Serranía.

En Sierra Almirajara, el «gneis glandular» forma la base de la serie estrato-cristalina, en banda de poco espesor, 50 a 60 metros como máximo, al Norte de Torrox, Nerja y Este de la Viñuela. Más a Levante de Nerja ya no aflora este tramo, pues como el nivel general del terreno cristalino desciende de Oeste a Este, la base visible la van ocupando formaciones cada vez más modernas.

Gradualmente el horizonte inferior pasa a «gneis micáceo», cuya potencia suele ser de unos 150 metros; su límite superior es incierto, pues las capas más altas van pasando, en tránsito irregular, a «micacitas», perdiendo feldespato, al par que se estrechan sus capas de cuarzo y mica.

Según D. de Orueta (57), el tramo superior al «gneis micáceo» es el más importante por su espesor, y más aún por lo característico de las rocas que lo componen.

«Son estas las «micacitas», con todas sus variedades; las «calizas» y «dolomias» cristalinas y las «anfíbolitas». En el orden de sucesión estratigráfica el tramo empieza como hemos dicho, por las «micacitas feldespáticas», cuyas rocas no faltan nunca en la base de él. Siguen luego las «micacitas con minerales varios»: «granates», «andalucita», «estaurótida», etc., cuya posición en la serie no es fija, pues se presentan indistintamente, cerca de la base, intercaladas entre las «micacitas normales» en bancos alternantes con las «dolomias» y en la zona superior de éstas, ya muy cerca de las «pizarras cambrianas». Otro tanto puede decirse de las capas de «anfíbolitas», que se intercalan entre las anteriores sin localización determinada.»

Las «calizas dolomíticas» que componen por sí solas casi todas las Sierras Tejada y Almirajara, forman parte del tramo descrito, alcanzando enorme espesor entre el Boquete de Zafarraya y Nerja. El manchón de dolomias y calizas cristalinas forma una elipse de 30 por 8 kilómetros de ancho; esta gran

anchura no corresponde, ni con mucho, al espesor del tramo, el cual es grande, sin embargo.

Sobre el «tramo de las rocas verdes y calizas dolomíticas cristalinas», de Mac Pherson, vienen, según Orueta Duarte, otras «micacitas» de aspecto y constitución distinta de los infrayacentes a dichas «calizas». Las superiores son siempre de grano más fino y podrían ser tomadas por «pizarras» si el microscopio no mostrase son verdaderas «micacitas». El mineral que en ellos predomina es el «cloritoide», que da a la roca aspecto lustroso.

En Sierra Nevada aparece casi exclusivamente el tramo superior estrato-cristalino. El complejo de «micacitas y dolomias cristalinas» alternantes, que domina en las Sierras Tejada y Almirajara, es sustituido en Sierra Nevada por las «micacitas superiores», caracterizadas aquí por la gran proporción de «granates» que contienen. Como accesorios deben citarse algunas «cuarcitas epidotíferas» y «anfíbolitas», intercaladas entre las rocas típicas del horizonte.

Diversos filones cortan a las rocas estratificadas de estas sierras. Entre Torre del Mar y Nerja aparecen diques «dioríticos» bastante anchos y alineados, en general, de Este a Oeste.

Más numerosos y presentes en toda la región son los filones de «cuarzo» y «granulíticos», cuya dirección es variable, si bien predomina la NE. a SO. Son muy estrechos, de corta corrida, que rara vez excede los 500 metros, y cortan a todos los horizontes de esta serie cristalina, incluso a las «micacitas granatíferas» superiores.

Al describir el macizo de Sierra Nevada, Guardiola (R.) (32) admite la división estratigráfica del estrato-cristalino, determinada por el tantas veces citado D. de Orueta, que en páginas anteriores dejamos consignado.

En Sierra de Filabres las cumbres coinciden con el eje del anticlinal, formado por el tramo superior estrato-cris-

talino de las «micacitas granatíferas» y «calizas cristalinas» o mármoles. Entre aquéllas hay que distinguir las «pizarras micáceas» de las «micacitas» propiamente dichas. Estas, más profundas, son grises-oscuros, con estructura tabular y gruesos «granates». Aquéllas, muy arcillosas, de tonos azulado y verdoso más brillantes y de estructura hojosa.

Se extienden por la mayor parte de esta sierra, sobre todo en la vertiente Sur, más amplia y menos pendiente. El terreno triásico envuelve a Sierra Nevada y Sierra de Filabres por sus dos vertientes (Lám. II).

Al hacer la reseña geológica y petrográfica de las dos provincias, estudiadas en colaboración con R. Guardiola para su obra *Hierros de Almería y Granada*, indica A. de Sierra la siguiente sucesión de tramos cristalinos.

Considera el «gneis micáceo» como la roca más antigua que se presenta en Sierra Nevada; en él, además de los elementos esenciales, señala la presencia de «oligoclasa». La roca es generalmente gris, a veces rojiza, con brillo metálico. Admite, de acuerdo con anteriores tratadistas, que el tránsito al tramo siguiente se hace por un horizonte de «gneis» cada vez menos eldespático.

Describe detalladamente A. de Sierra (32) las numerosas variedades de «micacitas» que caracterizan el tramo superior, y supone alternantes las de la variedad normal con las «anfíbólicas» y «granatíferas». Cita capas de «cuarcita» intercaladas en el horizonte de las «micacitas anfíbólicas», «pizarras silíceas» y «cloríticas» (Lám. II).

Por último, termina la reseña del tramo superior con las siguientes interesantes líneas:

«Alternando con las capas de micacita o formando potentes hiladas superpuestas a las mismas, encontramos las calizas y dolomias cristalinas.»

»Estas hiladas son, a nuestro juicio, las superiores del

azoico, que sirven de lecho, cuando no faltan o han desaparecido por la denudación, a las de los terrenos superiores.»

Para terminar este capítulo, mencionaremos las investigaciones de Brower, Zeiljmans van Emmichoven y otros geólogos holandeses, acerca de la estratigrafía y tectónica de los terrenos secundarios y cristalinos de La Alpujarra y Sierra de Filabres; en los mapas, muy detallados, que hemos tenido ocasión de ver, se concede singular importancia a las cobijaduras, determinándose varias capas de arrastre.

V

MODIFICACIONES INTRODUCIDAS EN ESTE MAPA

La edición del Mapa Geológico de España, a escala de 1 : 1.500.000, publicado en 1919, incluye todas las modificaciones en la clasificación de los terrenos, admitidas como consecuencia de estudios fidedignos, realizados después de la publicación de la obra magistral de L. Mallada (44) y antes de editar dicho Mapa.

Por otra parte, desde 1919 a la actualidad, los trabajos geológicos realizados en España, singularmente los del Mapa a escala 1 : 50.000, han comprendido escasas zonas del terreno clasificado como estrato-cristalino, y, por ello, al editarse ahora el Mapa a escala de 1 : 1.000.000, las modificaciones introducidas en las manchas arcaicas son de limitada importancia.

Cataluña, Pirineos. — En las proximidades de la ciudad de Barcelona señala el Mapa de 1919 tres manchitas de terrenos infrasilurianos, cristalinos, sitios respectivamente al Norte de Molíns, junto al Llobregat; otra al Norte de Horta, comprendiendo las vertientes Norte y occidental del Tibidabo, y, por último, una pequeñísima al NO. de Badalona.

Bajo las «pizarras fosilíferas» y «grauwackas» de la vertiente septentrional del Tibidabo, que Almera y Bergeron clasificaron exactamente en el piso de Caradoc u Ordoviense

superior, se halla una serie de rocas más o menos metamorfi-zadas, sin caracteres paleontológicos definidos, que tanto pueden corresponder al Siluriano inferior como al Cambriano superior, y que para muchos geólogos debían atribuirse al estrato-cristalino.

Entre estas rocas se han determinado, en orden descen-dente, «pizarras lustrosas», silíceas y nodulosas en la base; «filadios-lustrosos», con «talco» y muy ondulados; «pizarras y filadios maclíferos», con «chistolita», y otros lechos con nódulos de «cordierita», «andalucita» y otros silicatos; «piza-rras micacíferas», arcillosas, y más hacia la base verdadera, «micacitas», con «oligisto» y algunos «granates», en contacto con los asomos «graníticos» de la vertiente Sur del Tibidabo y Sierra de Moncada.

Estos tres afloramientos, dudosamente atribuidos al arcaico, han sido eliminados en el nuevo Mapa, pues aun teniendo en cuenta las opiniones de Almera (1), Adán de Yarza, Berge-ron, Font y Sagué y Faura Sans (19), quien admite la presencia del cámbrico y aun del precámbrico en el Tibidabo; estima A. Marín (47) más justificada su atribución al Siluriano meta-mórfico.

Aduce en apoyo de esta tesis, que los caracteres meta-mórficos avanzan hasta transformar, en parte, algunas de las «pizarras» y «filadios» que corresponden al nivel de Caradoc, moteándolas y cubriéndolas de manchas carbonosas, y que la línea límite de la aureola externa, no coincide con la de estratificación de las pizarras, por depender tan sólo del con-tacto con las rocas graníticas. En resumen, afirma no hay por qué suponer que estas pizarras metamórficas — pasando a veces insensiblemente al Ordoviciense fosilífero — han de pertenecer a más remotas épocas geológicas.

(1) Señala además Almera afloramientos arcaicos en Pedralbes, Norte de Mataró y Val de Arán, a más de los puntos figurados en el nuevo Mapa.

No señala dicho autor como suficientemente caracterizado el piso de Tremadoc y divide las rocas de estas zonas crista-linas en sólo dos grandes grupos, según que sus caracteres metamórficos sean más o menos acentuados; menciona asimis-mo que los estratos atribuidos en el Tibidabo al Cambriano deben clasificarse, después de los estudios de Pruvost, como del Carbonífero inferior. El afloramiento de «gneis» y «mica-citas» que Almera y Faura señalan cerca de Mataró, no ha sido señalado por sus pequeñas dimensiones.

Los Pirineos en su vertiente meridional, cerca aún del eje, muestran varias zonas de rocas, de facies cristalina, atribuidas primeramente al arcaico que luego se supusieron paleozoicas y por ello fueron eliminadas en el Mapa de 1919.

Ahora bien: según recientes estudios de geólogos france-ses y españoles, singularmente Jacob, Fallot (37) y Dalloni (13), vemos que en el Valle de Arán, cerca de Bosost y Les, así como en el alto Noguera Pallaresa y en el Ribagorzana, se presentan «gneises granitoides» y «nodulares», «pizarras sa-tinadas» y «maclíferas», junto al granito. Sobre los «gneises», de la base, vienen allí «micacitas» y forman el horizonte más alto los «filadios» y «pizarras», satinadas y con silicatos de metamorfismo, atravesadas frecuentemente por filones de «pegmatita», integrando el conjunto una serie estratigráfica típicamente arcaica.

Otros afloramientos semejantes se presentan en Andorra, junto a Valira del Norte y Pedroux, en el Fresser y Alto Ter. En Cabo Creus parece también debe atribuirse al es-trato-cristalino un pequeño afloramiento, muy estudiado y discutido, según ya indicamos, que muestra notable serie de rocas, ricas en diversos silicatos. Por todo ello el nuevo Mapa señala como arcaicas esta mancha, así como una peque-ñísima parte a Cabo Negro, otra al O. NO. de Palamós, dos fronteras próximas a La Junquera, las sitas al Norte de

Caralpe y Setcasas, en los Pirineos; no se representan como arcaicas las manchas del bajo Tordera y Osor al Oeste de Santa Coloma de Farnés, zonas pizarreñas subordinadas al granito.

Región Noroeste. — En Galicia y zona limítrofe de León, como consecuencia de los detallados estudios de P. H. Sampelayo, se han introducido numerosas variaciones en la localización de las manchas arcaicas; a continuación indicaremos las más destacadas.

El contorno oriental de la mancha de Ortigueira ha sido ligeramente modificado, reduciéndose algo la superficie atribuida al arcaico, mientras que se ha señalado de nuevo estrecha banda, que desde la Estaca de Vares se arrumba al S. SO., así como otro isleo en los alrededores de Monfero. Según indicamos al reseñar sucintamente las formaciones cristalinas de Galicia, son los «gneises» y «micacitas», nodulares o lustrosas, y de variados colores, las rocas dominantes en estas manchas arcaicas.

En Cabo Prior se ha marcado otro pequeño afloramiento, y pasando a la provincia de Orense, aparecen señalados dos minúsculos isleos en los alrededores de Allariz, así como otro más extenso entre Verín y la frontera portuguesa.

La mancha irregular que encierra la ciudad de Lugo ha sido prolongada hacia el Sur, rodeando al granito, hasta tocar a Sarria, en tanto que por el Norte aparece reducida, pues no llega a empalmar con la de Villalba-Mondoñedo, sino que ahora se la delimita separándola de la septentrional por el diluvial, cambriano y rocas ígneas.

Tanto en el isleo de Villalba como en el de Lugo, destacan las «micacitas», bien distintas de los estratos paleozoicos. En Peña Goia se presenta el episodio cuarzoso de «itacolumitas» y «cuarcitas tableadas», que se delimitan bien de las «calizas» cambrianas y aun de las «pizarras» de grano grueso tan me-

tamorizadas junto al contacto, que semejan «micacitas» al hacerse lustrosas y satinadas.

Modificaciones más importantes han sido las señaladas al Norte de Villalba, Mondoñedo y margen derecha de la ría de Vivero. En los alrededores de la primera localidad citada hacia el Oeste y NO., una parte de la superficie antes atribuida al arcaico encierra rocas clasificadas ahora por el citado autor como cambriano, siluriano y aun neogeno. Por el contrario, entre Mondoñedo y ría de Vivero, considerable extensión de terreno supuesto endógeno es ahora señalado como arcaico, justificándose esta clasificación por la presencia en varios parajes, como en Foz, de «micacitas», «filitas tegulares», «itacolumitas» y «gneis», casi negro; estas rocas caracterizan bien el estrato-cristalino.

Por último, en la zona de León, limítrofe a Galicia, se ha señalado nuevamente una manchita cristalina al Este del granito que en forma de estrecha banda arrumbada de Sur a Norte y N. NO. aflora en la Sierra de Picos de Ancares.

Zonas del Centro y Oeste. — Como consecuencia de los estudios realizados por el personal del Instituto Geológico y sus colaboradores, singularmente al rectificar hojas del Mapa a 1 : 400.000, se han introducido algunas variaciones.

Entre ellas merece citarse la mancha que se extiende al SO. de Alba de Tormes, atribuida ahora al arcaico, que está limitada por terrenos cambriano, mioceno y eoceno, encerrando un pequeño isleo del paleogeno.

En los alrededores de Segovia, una mancha señalada antes como ígnea, compuesta en realidad por «granito gneísico» con alguna intercalación de «micacitas», se atribuye fundamentalmente al arcaico en el nuevo Mapa.

Asimismo se ha señalado un nuevo islote de este terreno en las orillas del Cega al Norte de Matabuena, elevándose ahora a dos las manchitas representadas en tramo superior de

este río, a más de la que rodea a Turégano, sita un poco hacia Occidente de aquéllas.

Más al Sur, en la provincia de Madrid, se ha determinado una algo mayor extensión de la manchita de Valdemorillo, y en Sierra de Gredos, provincia de Avila, al Sur del alto Alberche, entre Burgohondo, Mijares y Piedralabes, han sido delimitados dos nuevos isleos cristalinos integrados principalmente por «gneises» y «micacitas».

Serranía de Ronda y Sierra Almijara. — Como consecuencia de los estudios realizados por Orueta Duarte (D.) en la región Occidental de la provincia de Málaga, entre 1915 y 1922, se ha modificado algo la extensión que parece debe atribuírse a varias de las manchas cristalinas de aquella serranía.

Entre Gaucín e Igualeja y en los alrededores de Yunquera habían sido señaladas dos manchitas cristalinas; en realidad deben unirse a lo largo de la Sierra de Igualeja y Tolox, representándose en el nuevo Mapa por una sola banda alargada de SO. a NO., que llega hasta Casarabonela, alcanzando unos 70 kilómetros de longitud.

Esta banda cristalina comienza en el Puerto de los Guardas y sigue las laderas orientales del valle del Genal hasta el pueblo de Igualeja, estando integrada por «gneises» acompañados a veces de «dolomia cristalina»; a partir de este pueblo hacia NE. — en la zona antes supuesta cambriana y que Orueta incluye en el estrato-cristalino — desaparecen los «gneises» y «pizarras», sustituyéndoles la «dolomia cristalina» que se extiende hasta la falda del Cerro de las Plazoletas o de la Torrecilla.

«Pasado este cerro vuelve a aparecer el «gneis» en un manchón, con la misma orientación SO. a NE. de la faja del valle del Genal. Comienza en el río de los Peñares, pasa por el pueblo de Yunquera y termina cerca de Casarabonela.

También contiene este manchón masas grandes de dolomia alternando con los «gneises» y «micacitas».

Resulta igualmente modificada la extensión atribuída a la mancha arcaica de la costa SO. de Málaga, pues la continuidad de esta formación queda rota por la intercalación de dos fajitas de «pizarras satinadas» cambrianas, que hacia el Norte de Marbella y de Fuengirola, han sido delimitadas por dicho geólogo. En cambio, al Este de Coín se ha señalado algo mayor extensión de rocas cristalinas.

Pasando al Oriente de Málaga, vemos que el isleo arcaico de Benamocarra, al Oeste de Vélez, muestra en el nuevo mapa un contorno modificado, señalándose en su interior la presencia de una intercalación pliocena. En el borde oriental de la Sierra Almijara se han atribuído al Trías metamórfico una banda de «calizas» supuestas antes arcaicas, y por ello, la extensión del terreno cristalino queda disminuída en la costa Oeste de Granada suprimiéndose la banda que antes se representaba al SE. de Játar, mientras que se representa más estrecha la faja señalada entre Almuñécar, Molvizar y Salobreña.

Sierra Nevada, Alpujarra, Sierra de Filabres, etc. — En el borde occidental de la cordillera, alrededores de Güéjar Sierra y Huétor Santillán, ha sido algo modificada la línea de contacto con la formación triásica y se suprime la manchita cristalina antes representada al Oeste de Adra, donde realmente no se interrumpe la formación holocena de la costa.

En la parte oriente de la Nevada no se han introducido modificaciones, pues, aun cuando varios autores atribuyen al Trías un extenso horizonte de «pizarras satinadas» y «calizas dolomíticas», el detallado estudio de Guardiola (R.) y Sierra (A.) (32), sostiene que dichas calizas corresponden a la formación estrato-cristalina.

Para ello no sólo se aduce que éstas rocas pasan por gra-

duaciones insensibles a la roca originaria, o sea, a los «esquistos micáceos» y «chastolíticos» y a las «micacitas», nunca en el mismo horizonte y siempre en sentido transversal a la estratificación de aquellas rocas. Sostiene dicho geólogo que las discutidas pizarras y las calizas dolomíticas limitan inferiormente, por superficies irregulares, con las pizarras sericiticas y las cuarcitas formando un todo compacto y de textura homogénea. Agrega que el estudio de Sierra de Cartagena, La Unión y Cabo de Palos, proporciona mayor suma de antecedentes y detalles en favor de su tesis tomando en cuenta el resultado de numerosísimos análisis químicos y micrográficos.

Como consecuencia de detalladas observaciones extienden la mancha arcaica de Sierra de las Estancias un poco hacia el Sur de Lúcar.

Sierra de Cartagena y Mazarrón. — El Mapa de 1919 señalaba tres isleos cristalinos alineados de Sur a Norte desde Cabo Tiñoso a Fuente Álamo, y otros dos, muy pequeños, cerca de La Pinilla; en el nuevo Mapa se unen estos afloramientos arcaicos, formando una sola mancha de unos 30 kilómetros de anchura por cerca de 40 en dirección Norte a Sur.

También se señala una pequeña manchita al Sur de la ciudad de Cartagena y se asigna mayor extensión a la banda arcaica costera de Porman-Cabo de Palos, prolongándola a las colinas, por nosotros estudiadas, que integran «micacitas», «pizarras» y «láguenas» y se alzan al Sur y SE. de La Unión.

Estas modificaciones se fundan en detallados y brillantes trabajos de R. Guardiola — ver «Estudio Metalogénico de la Sierra de Cartagena», *Mem. Inst. Geológico*, Madrid, 1927 —, quien ha probado la edad arcaica de un tramo de mármoles, pizarras y calizas metamórficas, atribuido anteriormente al Triás.

La mayoría de los geólogos que han estudiado la zona costera de Murcia y Almería atribuyó al Triás las «láguenas»;

la subordinación a éstas de las «calizas» que se les superponen ofrece algunas dudas, pero en cambio las «láguenas» y las «pizarras micáceas» subyacentes son con toda evidencia términos de una misma serie. Por tanto, si las «láguenas» eran triásicas igualmente lo serían las «pizarras», y para algunos hasta los «mármoles» envueltos por «micacitas» al techo y muro.

Ahora bien, dice R. Guardiola: «No existe otra razón para mantener esta hipótesis que el descubrimiento en cierta región de los Alpes de «gneis» y «micacitas» originados por la acción de metamorfismo regional sobre estratos compuestos por rocas primarias, secundarias y hasta terciarias; admitiéndose que las «calizas superiores» son triásicas, a pesar de que no contienen el más leve vestigio de fósiles, porque su facies es muy semejante a otras de la Sierra de Gádor, que muestran especies características de aquel sistema y las láguenas incluyen materiales que a simple vista pueden asemejarse a las margas irisadas.»

Juzga el citado autor, que esto es fundamento poco estable para aseveración tan decisiva; aduce varios argumentos en contra, deducidos durante su estudio de los *Hierros de Almería y Granada* y refuerza su opinión con nuevas observaciones; entre otras, sólo citaremos las siguientes:

«Sólo en sentido transversal aparecen variantes de textura en las rocas discutidas, nunca sobre las prolongaciones de cada nivel; se repiten las variantes en la mayor parte de sus contactos con las calizas dichas, es decir, en una zona de circulación de aguas artesianas, cuyas alteraciones de carácter metasomático les hacen perder el aspecto cristalino. Por tanto, el efecto producido es de sentido opuesto al que se pretendía, y jamás las transiciones de la supuesta textura amorfa primitiva de estos materiales aparece sobre un mismo estrato.»

Admitiendo una serie de ocho tramos, alternativamente calizos y esquistosos, refuerza su tesis con el resultado de análisis de numerosas muestras de «caliza» y «mármol», que en una extensión de más de 30 kilómetros cuadrados dieron para los mármoles del horizonte «f» una composición parecida. No pueden deber su textura a una acción de metamorfismo local que, como ocurre en los Alpes, se caracteriza siempre por una intensidad muy variable de unos puntos a otros.

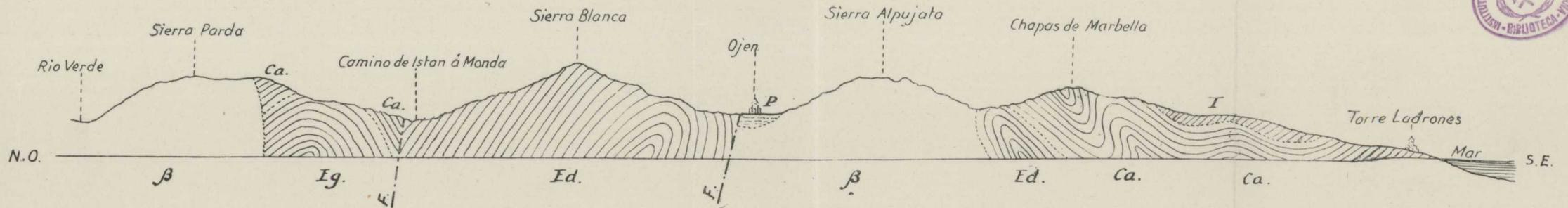
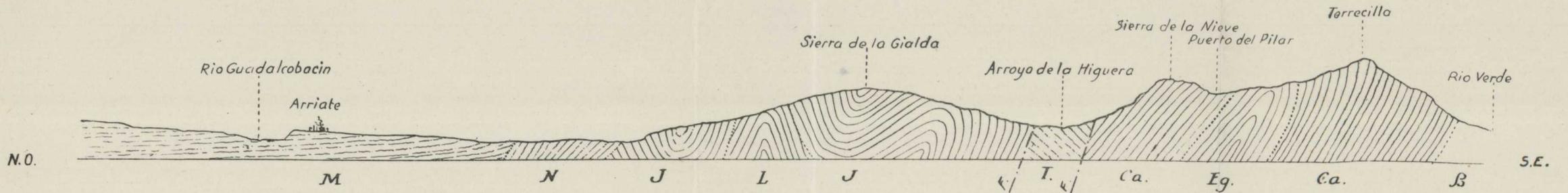
Deben, pues, ser «calizas» estrato-cristalinas intercaladas entre «pizarras talcosas y sericitosas», procedentes de alteración de las «pizarras micáceas» y las «pizarras laguenosas», que originan «láguenas» al disgregarse.

Las «calizas» superiores — horizonte «a» — son de composición, textura y color muy variable, contrastando con las del horizonte «f», muy uniformes.

Sensiblemente distinta es la opinión sostenida por A. de Sierra, respecto a la edad de varios manchones pizarreños y calizos — ver (32), tomo II —, cuya situación estratigráfica es semejante a los ahora clasificados como estrato-cristalino en Sierra de Cartagena, y que él, después de detallados estudios en Almería y Granada, atribuye al sistema triásico.

Considera fuera de duda que las «calizas tabulares» corresponden al horizonte en que Gonzalo Tarín halló y clasificó fósiles triásicos, por lo cual juzga indudable la edad de dichas «calizas» y de las «dolomias» subordinadas. Reduce el problema a la clasificación de los «filadios» talco-arcillosos inferiores a las «dolomias» y de las «calizas» groseras y cristalinas, que bajo éstos yacen. Para resolver la cuestión aporta numerosos argumentos y observaciones locales que abonan la atribución de dichos estratos al Trías y no al Arcaico.

CORTE DESDE ARRIATE A TORRE LADRONES (En dos partes).



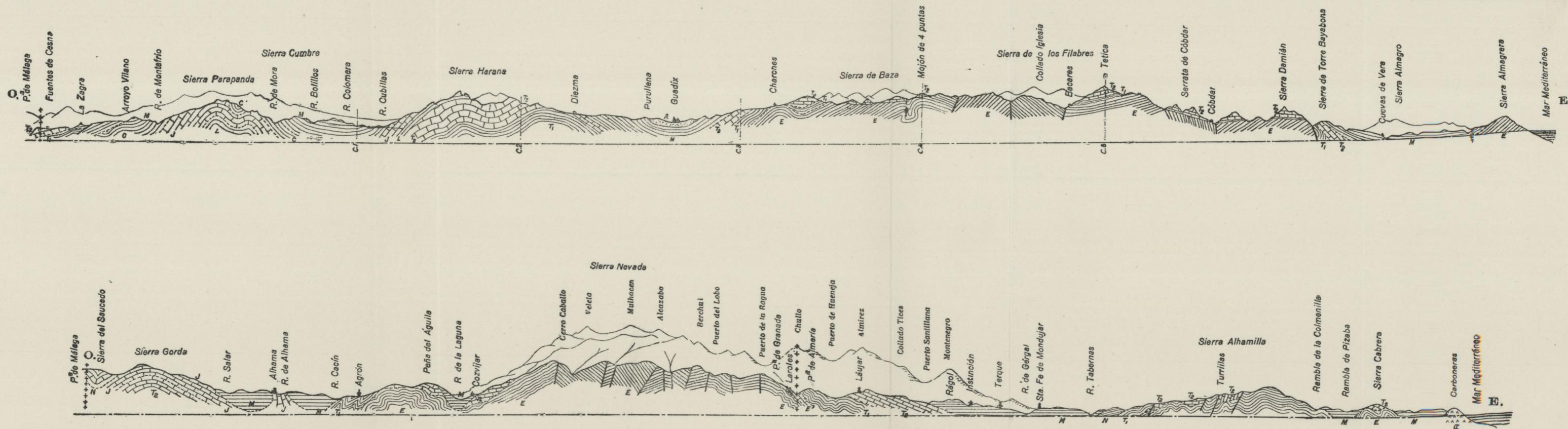
- | | |
|--------------|--|
| P. Plioceno. | T. Triásico. |
| M. Mioceno. | Ca. Cambriano. |
| N. Eoceno. | Ed. Estrato-Cristalino (dolomía cristalina). |
| J. Jurásico. | Eg. » » (gneis y micacitas). |
| L. Liásico. | β Rocas hipogénicas (peridotitas y serpentinas). |

(Cortes según D. de Orueta Duater.)





CORTES A TRAVÉS DE LAS SIERRAS DE LOS FILABRES, NEVADA, ETC., HASTA EL MAR



- A. Aluvial: Arenas, arcillas y margas sabulosas.
- Di. Diluvial: Cantos, brechas, gonfolitas y areniscas rojizas.
- P. Plioceno: Margas azuladas, arcillas con lignitos, areniscas, arcillas y margas yesíferas.
- M. Mioceno: Margas grises, molasas y conglomerados.
- N. Eoceno: Margas de colores, arcillas, calizas rojas y compactas blancas.
- C. Cretáceo: Calizas margosas con *ammonites*, caliza amarillenta, arcilla roja.

- J. Jurásico: Calizas blancas, calizas con pedernal (J), dolomías y margas (J₁).
- L. Liásico: Caliza marmórea (L₁) y del liás inferior, caliza rosa, margas piritosas y margas verdes (L₂).
- T. Triásico: Margas y filadíos arcillosos del triás inferior (T₁), dolomías y calizas compactas (T₂).
- E. Estrato-Cristalino: Micacitas y pizarras silíceas inferiores (E) y mármoles cipolinos y dolomías, arcillas (E₁).
- α Pórfidos traquíticos, argilolitas y leucoritas.

(Cortes según Guardiola y Sierra).

EL SISTEMA CAMBIANO

POR

PRIMITIVO HERNÁNDEZ SAMPELAYO

Ingeniero de Minas

ÍNDICE

	Páginas
SISTEMA CAMBRIANO EN ESPAÑA:	
Exposición estratigráfica de conjunto.....	297
<i>Cambriano fosilífero</i>	300
Cambriano de Asturias y León.....	306
Mapa de distribución del Cambriano	309
Vegadeo	309
Tineo.....	310
Narcea.....	312
Cordillera.....	317
Cambriano de Aragón.....	323
Datos históricos.....	335
Exposición del Cambriano.....	336
Cambriano inferior del Jiloca.....	343
Cambriano medio.....	344
Cambriano superior.....	346
Relación entre los dos cortes.....	349
Modificación de las manchas.....	359
Notas de ampliación.....	360
Valconchán.....	361
Tobed.....	362
La Demanda.....	365
Cambriano del Centro	366
» de Andalucía.....	371
» de Cataluña.....	376
Yacimientos de Montseny	377
» de Espluga y Priorato.....	379
» de Collada de Tosas.....	380
Resumen del Cambriano catalán.....	390

	Páginas
<i>Cambriano azoico</i>	394
Galicia.....	397
Asturias.....	423
Zamora.....	429
Región pirenaica.....	431
» central.....	438
» bética extremeña.....	444
» andaluza.....	453
Notas sobre las faunas cambrianas españolas.....	467
Tigilites, cruzianas y formas planas.....	469
Archæocyathidos.....	473
Trochocystites.....	479
Braquiópodos.....	482
Trilobites.....	496
Lista de fósiles del Cambriano.....	508
Bibliografía.....	511
Índice alfabético de autores.....	525

ÍNDICE DE DIBUJOS

	Páginas
Lám. I. Corte vertical de Vegadeo a La Bobia (Adaro)...	308
» II. Ejemplo de los asomos cambrianos en una sola rama (según Adaro).....	313 - 314
» III. Cortes de la Cordillera (Mallada).....	315 - 316
» IV. Cambriano de la Cordillera (Mallada).....	319 - 320
Mapa del Cambriano en España.....	322
» V. Corte de los Montes Celtiberos (Aragón-Palacios)	325 - 326
» VI. Corte geológico de Badules (Aragón-Dereims)...	327 - 328
» VII. Corte geológico de Daroca (Aragón-Dereims)...	329 - 330
» VIII. Cortes de la Cordillera Celtibérica (Aragón-Dereims).....	333 - 334
Cuadro (Aragón).....	343
» IX. Corte de los Montes Celtiberos (Aragón-Lotze)..	351 - 352
Mapa del Cambriano aragonés.....	356
» X. Corte de Malagón (según Prado).....	367 - 368
Corte en el kilómetro 9 de la carretera de Santa María de Trassierra (Carbonell).....	374
» XI. Corte de Vimbodí a Prades (provincia de Tarragona). Corte geológico de Santa Agna y el Putxet.....	383 - 384
» XII. Corte del Port d'Orla al Port de Bonaigua (Valle de Arán). 20 kilómetros (según M. Roussel)...	391 - 392
Corte de Galicia.....	401
Corte de Robledillo a la Puebla de la Mujer Muerta.....	438
Corte geológico desde Plasencia a Trujillo.....	446 - 447
Corte de Mestanza.....	452
Cambriano de Andalucía (Sevilla): Corte entre Guadalcanal y Malcocinado (según MacPherson).....	455
» XIII. Cambriano de Andalucía (Sevilla): Corte entre Malcocinado y la Sierra del Agua (según MacPherson).....	457 - 458
Corte de Val Domínguez a Hinojales (según Gonzalo).....	461
Corte del Cerro El Toro (según Barrois y Offret).	463 - 464

ÍNDICE DE LAMINAS PALEONTOLÓGICAS

- Lám. 1.^a Eophyton lineanum.
Myrianites. — Foralites.
- » 2.^a Fraenas. — Trozos de trilobites.
 - » 3.^a Cruziana nathorsti.
 - » 4.^a » plana.
 - » 5.^a Lingulaflags.
 - » 6.^a Archæocyathus.
 - » 7.^a Trochocystites.
 - » 8.^a Trochocystites, Fordila, Capulus, Pteropodos.
 - » 9.^a Obolus barrandei.
Siphonotreta barrandei.
 - » 10. Obolus barrandei.
 - » 11. Obolus leonensis, O. trigonalis.
 - » 12. Eoorthis primordialis.
 - » 13. Eoorthis primordialis, Nisusia vaticina.
 - » 14. Nisusia vaticina, N. pellicoi, N. peñae.
 - » 15. Paradoxides spinosus.
 - » 16. P. barrandei.
 - » 17. P. rotundatus, P. rugulosus, P. bohemicus.
Elipsocephalus pradoanus, Conocoryphe ribeiro.
 - » 18. Conocoryphe sulzeri, Ctenocephalus coronatus, C. sulzeri,
transito a ptychoparia.
 - » 19. Ptychoparia fichti, P. azpeitia, Agraulus ceticephalus.

PRIMITIVO HERNÁNDEZ SAMPELAYO

EL SISTEMA CAMBRIANO EN ESPAÑA

Exposición estratigráfica de conjunto

En este sistema español los fósiles son tan necesarios para la sincronización como escasos en especies y en número de ejemplares. Por el contrario, los caracteres litológicos de este período son muy generales en cada una de las facies por la reducción de síntomas que presentan y los cuales, de modo semejante, puede atribuirse a los sistemas contiguos. Ambas circunstancias, escasez de fósiles y reducido número de caracteres generales, dan lugar a dos clases de isleos: los que tienen fundamento paleontológico, pocos en número y con pequeña superficie, y los extensos y más numerosos, atribuidos al sistema por presunción litológica y hasta por carencia de fósiles.

Como marcha general expondremos primeramente los isleos fosilíferos y después los compuestos de estratos proterozoicos sin restos orgánicos.

Admitimos las divisiones clásicas como norma del Instituto Geológico, adoptando para el Cambriano la modificada por Walcott en 1891:

III. — Postdamiense (*Olenus*). Cambriano superior.

II. — Acadiense (*Paradoxides*). Cambriano medio.

I. — Georgiense (*Olenellus*). Cambriano inferior.

Debemos advertir que para las determinaciones precisas sólo nos apoyaremos en las especies características, sin admitir como sincronizadores a los grupos, géneros o especies que carezcan de este carácter de justeza, aun cuando puedan admitirse como determinantes empíricos.

Según este criterio y refiriéndonos ya al primer sistema fosilífero, podemos decir que la única fauna bien comprobada en este terreno es la del Cambriano medio.

El Cambriano inferior no está bien precisado en ninguno de los isleos, habiéndose citado fauna únicamente en el Georgiense aragonés, pero debemos advertir que esta serie no está unida a la acadiense de la fauna primordial, reconocida desde antiguo.

La serie media es, sin duda, la de presentación más uniforme, pues tiene un piso constantemente calcáreo y lleva pizarras y calizas con la fauna primordial de Barrande, siendo probable que las calizas andaluzas de *Archæocyathus* puedan sincronizarse también con el Acadiense. Por fin, el piso superior en todo el Norte: Galicia, Asturias, Portugal, Demanda, Aragón y el Oeste y Centro de la Península parecen tener como tipo general las series de cuarcitas y pizarras con psamitas, en tipo a veces de *flysch* y con fauna de *tigilites* y *pistas* planas y *lingulas* y *braquiópodos inarticulados* en las últimas hiladas.

En Sierra Morena no se puede precisar el Postdamiense andaluz, ni, a juzgar por las pizarras verdosas que se superponen a las series calizas, se puede suponer facies análoga a la del supracambriano del Norte. En resumen, en nuestra Península sólo el mesocambriano puede figurarse con los fósiles típicos europeos (fauna C. de Bohemia), faltando los *Olenus* y *Olenellus* de los pisos extremos y hasta el *dictyonema*

sociale, característico en el postdamiense de Brabante, tan semejante al del macizo galaico-asturiano español.

Las solas zonas analizadas estratigráficamente, son las de Zaragoza y del Noroeste, coincidentes, de modo sencillo, en los dos pisos superiores, pero encontrándonos con que la escasa demostración de fósiles característicos y la distinta facies del terreno en el Noroeste y Levante de España hace inútil y puramente imaginativo todo intento de paralelización litológica sincronizada.

Los movimientos comprobables en los plegamientos cambrianos se refieren a los hercinianos, confundiendo los estratos inferiores con los del Estrato-Cristalino, y únicamente en el diastrofismo de Sierra Morena, señalado por Macpherson (1), se deducen movimientos orogénicos anteriores, demostrados por el almadrón de la base en discordancia con el Arcaico; el conglomerado basal equivalente en Galicia, indicado por el mismo antiguo naturalista, no ha podido ser encontrado. En Aragón hay algunas presentaciones de pudingas delgadas en las capas detríticas atribuidas al Georgiense, pero están interestratificadas y no representan sino episodios locales.

En resumen, parece que no hay discordancia aparente entre el Cambriano y el Siluriano, debiendo, no obstante, hacerse dos observaciones: 1.^a, la cuarcita ordoviense con su carácter esencialmente detrítico y litoral ya representa una suave discordancia angular sin accidente tectónico marcado, y 2.^a, que son desconocidas hasta el momento las capas de Tremadoc que podrían enlazar ambos terrenos paleozoicos, es decir, que la serie estratigráfica entre ambos períodos no es conocida en su totalidad, lo cual contribuye a la indeterminación del contacto, pudiendo asegurarse únicamente que la discordancia nunca es muy aparente.

(1) Conservamos el apellido de este geólogo en esta forma unida porque así figura en la mayoría de sus publicaciones.

CAMBRIANO FOSILÍFERO

Se atribuyen a este sistema muchos estratos primarios azoicos, pero son muy pocos los sitios en que se pueda demostrar el terreno con fósiles característicos; su lista completa es la siguiente: Costa de Asturias (Vegadeo); montes del interior de Asturias y León (Tineo, Adrados, Sabero, etc.); Zaragoza (Villafeliche, Murero, Valdemiedes, etc.), Malagón, en Ciudad Real, y calizas del Norte de Sevilla y Córdoba (Pedroso, Las Ermitas) (1).

Las facies del terreno en estos isleos se diferencian mucho y pueden separarse en dos: tipo del Norte (Asturias y Zaragoza) y tipo del Sur (Sevilla y Córdoba).

Tipo del Norte; se divide en tres pisos: inferior, medio y superior, pero no se han encontrado fósiles característicos más que en el Cambriano medio.

La serie inferior (georgiense) en el Cambriano de Asturias aparece en pizarras verdes que, sin cambio de aspecto, llegan al mesocambriano en las pizarras del cual se encuentra la fauna acadiense; generalmente hay una caliza en este tramo medio y los fósiles unas veces están en las pizarras contiguas (Asturias) y otras en la misma caliza (cordillera de Asturias y León).

(1) Según noticias, a estos yacimientos hay que agregar el descubierto recientemente (H. Pacheco, 1933) en las calizas de Alconera (Badajoz), en prolongación NO de las corridas de Córdoba.

El tramo superior (postdamiense) está formado por psamitas y filadios con *tigilites planos* y *lingulas*.

En Aragón, después de los trabajos de Lotze, se han separado las tres divisiones del sistema, pero, en realidad, el Georgiense ha venido a quedar señalado por *trilobites* (*Ptychoparia*, *Agraulos*) de atribución cronológica no muy segura, con lo cual esta fauna, la más antigua del Cambriano español, no precisa bien el piso inferior. En cambio el medio con pizarras, margas y calizas, conocido por los antiguos geólogos españoles, contiene bien representada la fauna primordial de Barrande, quedando como testigos imperfectos del supracambriano los *tigilites planos* y las *lingulas*.

En Andalucía hay una potente serie de calizas en las que se ha encontrado la fauna de *Archæocyathus*, idéntica a la de Cerdeña, pero hasta ahora no se conoce la división en tramos, ni la fauna de Bohemia.

El primer *Archæocyathus* fué señalado por el Sr. Macpherson (1878) en el Pedroso (Sevilla), quien lo supuso del Cambriano medio y fué clasificado por el geólogo de Breslau F. Roemer, que lo atribuyó al postdamiense.

El académico Sr. Hernández-Pacheco en 1918 describe un grupo de *Archæocyathidos* en la Sierra de Córdoba y otros afines (*coscinocyathus*), atribuyéndolos a la parte alta del Cambriano inferior; en un estudio posterior (1926) rectifica suponiéndolos del Acadiense. Más modernamente (1927), Rud y Richter, al descubrir un crustáceo (*Isoxys carbonelli*) en pizarras de este mismo horizonte lo consideran, desde luego, Cambriano por la gran semejanza de este *flocarido* con las formas descubiertas por Walcott (1891-908), dominando su atribución al Acadiense (1).

Es muy significativo que el horizonte de *Archæocyathidos*

(1) Los fósiles reseñados por Walcott corresponden al infracambriano.

de la Montaña Negra, de Francia (Bergeron), se encuentre como Georgiense, debajo de las pizarras de *Paradoxides* en facies análoga y tipo mediterráneo.

En el centro de España también se ha encontrado un pequeño yacimiento de fósiles cambrianos en una arenisca; la faunela es de *Ellipsocephalus pradoanus* Barr., que no está sincronizada con la fauna de Barrande (1).

En resumen, de los tres tramos clásicos del Cambriano: *Olenellus*, inferior; *Paradoxides*, medio, y *Olenus y dictyonema*, superior, solamente es conocido por su fauna el Cambriano medio (Acadiense) y también el único que ha recibido un nombre en geología regional del Noroeste de España con la denominación de *Caliza de la Vega*.

El Cambriano, unido al Siluriano, fué designado por Ezquerro del Bayo (1838) como grupo de la *Grawaka*, denominación aplicada por varios geólogos a estos antiguos estratos, pero prevaleció más el nombre de *Transición*, usado por Schulz para la misma unión de terrenos desde 1834 (Galicia); el nombre de *Transición* fué inventado por Werner para designar «un carácter mineralógico intermedio entre el estado metamórfico y el que de ordinario tienen las rocas fosilíferas. Este nombre, sin embargo, adquirió desde su origen un sentido cronológico por la aplicación que de él se hizo a las formaciones sedimentarias, anteriores a las más antiguas de la serie secundaria» (2).

El primero en señalar la fauna primordial en España fué Casiano de Prado (1855-60), pero la división de tramos razonada la dió Barrois (Charles), en 1882, en la forma siguiente:

Cuarcita de Cabo Busto (1.500 metros), base del siluriano.

(1) Es el primer término de la lista estratigráfica de fósiles de Almadén y Sierra Morena, por D. Casiano de Prado, Verneuil y Barrande.

(2) LYELL, traducción de Ezquerro del Bayo (1847).

Sistema cambriano	1. Calizas y pizarras de <i>paradoxides</i> de la Vega, 50 a 100 metros,	a) Pizarras verdosas, grano grueso.
		b) Calizas, 20 a 60 metros.
2. Pizarras de Ribadeo, 3.000 metros		c) Pizarras y mineral de hierro, 1 a 2 metros.
		d) Pizarras y cuarcitas verdosas.
		e) Filadios azulados y pizarras verdes.

Clasificación que se aplicó a Galicia y Asturias.

Posteriormente (1913) (1), se vino a deducir que las llamadas pizarras de Ribadeo, tramo inferior del Cambriano, no existía como tal término y se modificó en la forma siguiente:

Cambriano superior	C ₆ Cuarcita delgada y psamitas (<i>Lingulaflags</i>), 50 metros.
Postdamiense	C ₄ Pizarras cuarzosas y areniscas feldespáticas (<i>tigilites</i> planos), 200 metros.
Cambriano medio Acadiense	C ₃ Arcillas de <i>paradoxides</i> , 80 metros.
	C ₂ Calizas de Vegadeo, 40 metros.
Cambriano inferior, Georgiense	C ₁ Pizarras verdes con delgadas calizas, 500 metros.

División propuesta en los *Hierros de Galicia* (Madrid, 1922, P. H. SAMPELAYO), y que puede considerarse vigente para la región Noroeste de España.

El cuadro aragonés, según el geólogo Lotze (1828), consta localmente de trece términos según el cuadro siguiente:

(1) «Denudación de la costa de la provincia de Lugo», B. I. G. E., t. XXXIV, Madrid. P. H. SAMPELAYO, 1914.

- | | | |
|--------------------------|---|---|
| Supracambriano | } | 13. Capas superiores de Ateca, 700 metros (<i>Lingulas</i>). |
| | | 12. Capas medias de Ateca, 450 metros (<i>Psammitas</i>). |
| | | 11. Capas inferiores de Ateca, 1.000 metros (<i>Lingulos</i>). |
| | | 10. Capas superiores de Jiloca, 250 metros (azules). |
| Mesocambriano | } | 9. Capas inferiores de Jiloca, 200 metros (<i>Tigilites</i>). |
| | | 8. Capas de Villafeliche, 250 metros (verdosas). (1. ^a fauna). |
| | | 7. Margas de Murero, ca. 200 metros (gris azuladas). (Fauna primordial). |
| | | 6. Cuarcita de Daroca, 120 metros (grawakas blancas). |
| Superior. | } | 5. Pizarras de Huérmeda, 80 metros (verdes con biotita). |
| | | 4. Dolomia de Ribota, 90 metros. |
| Infra cam-
briano.. | } | 3. Capas abigarradas del Jalón, 300 metros. |
| | | 2. Capas de Embid, 350 metros (tono aceitunado). |
| Inferior.. | } | 1. Cuarcita de Bámbola, más de 300 metros. |

En Andalucía (Norte de Sevilla) no se ha propuesto clasificación porque está representado el Cambriano por una serie de pudingas, areniscas y calizas con una escasa faunela de *Archæocyathus* en las potentes calizas que parecen presentar parcialmente el centro del sistema.

Las especies cambrianas citadas por Mallada en el catálogo de fósiles (1898) son diez y ocho, todas referidas al Cambriano medio, sin especificar niveles. Las agrupaciones paleontológicas son: un espongiario, el *Archæocyathus* o *Ethmophyllum marianum*, Roem. Sp.; un *cistídeo*; cuatro *braquiópodos* y un *gasterópodo*, sólo citados en la Cordillera Cantábrica; cinco *conocoripheos* comunes de la mancha Norte y de Aragón; un *Elipsocephalus* encontrado exclusivamente en Cortijos de Malagón (Ciudad Real) y cinco *paradoxides* entre el isleo asturleonés y el de Zaragoza.

Características de las manchas fosilíferas

De modo conciso, pero para orientación fija y ordenada, daremos en cada caso: geología con orden histórico, paleontología, corte y bibliografía.

Los apartados serán... } Asturias y León, Aragón, al Norte.
 Ciudad Real, en el centro.
 Andalucía, al Sur.

Deteniéndonos más en la mancha aragonesa, los últimos estudios de la cual no se conocen aún en el idioma español. En los isleos ya tratados por Mallada y aparte de su crítica, sólo daremos la síntesis, refiriéndonos a sus datos más extensos, pero frecuentemente deficientes en bibliografía y parte histórica.

En la primera exposición de los isleos conservaremos la nomenclatura y la ortografía dada por los autores para los fósiles; en nuestras exposiciones y comentarios seguiremos la moderna escuela poniendo con minúscula las especies, como corresponde a significados de genitivo o adjetivados dentro de este latín bárbaro. En la lista final de especies nos atenderemos a las modernas denominaciones de los fósiles.

CAMBRIANO DE ASTURIAS Y LEÓN

Los fósiles cambrianos del Noroeste de la Península fueron descubiertos por nuestro primer geólogo Casiano de Prado, en 1858, en una caliza rojiza de la Cordillera Cantábrica, ayudado en sus clasificaciones por el eminente paleontólogo Verneuil, dedicado a nuestro país en lo mejor de su vida, y al insigne Barrande, gigante en los conocimientos paleozoicos. Casiano de Prado, Mallada y Buitrago (1878), Delgado (1879) y Monreal (1878-81) conocieron y describieron el Cambriano, distinguiendo distintos tramos en cada caso, pudiendo puntualizarse, gracias a los estudios de estos antiguos geólogos, dos extremos: Las faunas encontradas, idénticas en lo que a las especies de *trilobites* se refiere, contienen en número casi una tercera parte de *braquiópodos* en las calizas de León que los mineraliza, mientras que faltan los *moluscoides* en las pizarras asturianas, imprimiendo la diferencia litológica de mineralización una gran distinción de facies superficial a los fósiles.

El primer intento de clasificación del sistema se debió a Barrois (1882), y es como sigue:

Cambriano de Asturias, según Barrois

Calizas y pizarras de <i>paradoxides</i> de la Vega, 50 a 100 metros.....	}	Pizarras granudas, fosilíferas y gruesos bancos de cuarcitas verdes, 50 a 100 metros.
		Calizas, 20 a 60 metros; pizarras y lecho de mineral de hierro, 1,50 a 2 metros.
Pizarras de Ribadeo, 1.000 metros.....	}	Pizarras y cuarcitas verdes.
		Filadidos azules y pizarras verdes.

Los fósiles encontrados en Asturias pertenecen todos al Acadiense o Cambriano medio, aun cuando Barrois los refirió al superior, y están citados en el catálogo de fósiles de Mallada; son los siguientes:

Trochocystites bohemicus, Barr. (Radical).

Braquiopodo Sp. (Vega de Ribadeo, hoy Vegadeo).

Paradoxides Pradoanus, Barr. (Radical).

Paradoxides Barrandei, C. B. n. Sp. cf. *spinus* (Vegadeo, Radical).

Conocephalites Sulzeri, Zenk (1). (Vegadeo, Radical).

Conocephalites Ribeiro, Barr. (Vegadeo, Radical).

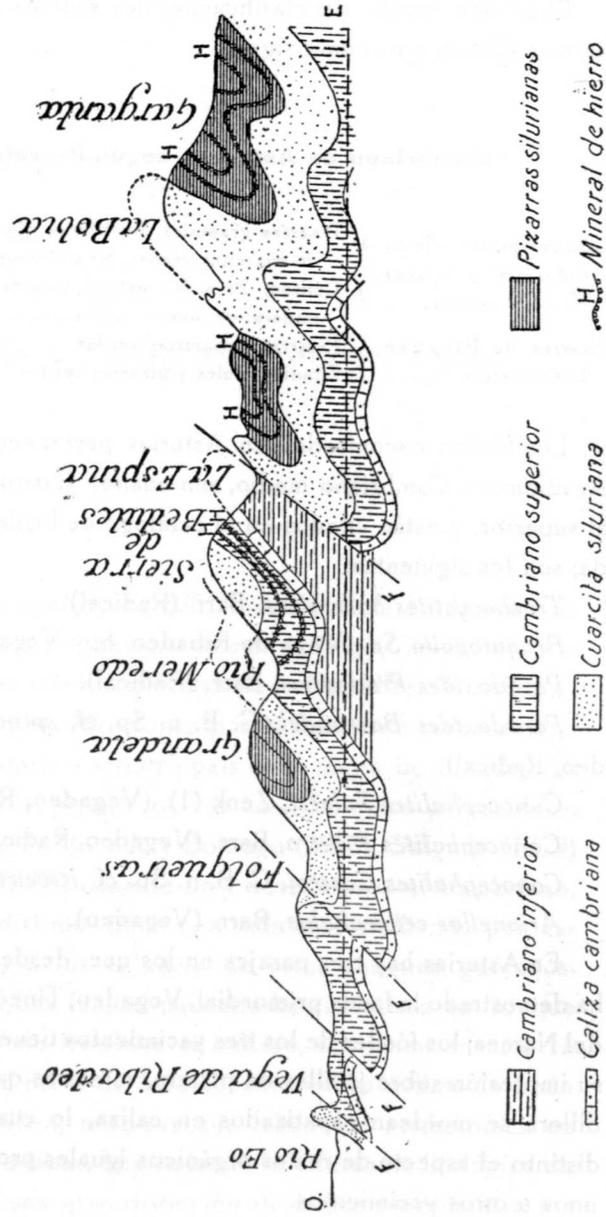
Conocephalites Castroi, C. B. n. Sp. cf. *Riveiro*.

Arionellus ceticephalus, Barr. (Vegadeo).

En Asturias hay tres parajes en los que, desde antiguo, se ha demostrado la fauna primordial. Vegadeo, Tineo y la cuenca del Narcea; los fósiles de los tres yacimientos tienen de común su impresión sobre jacillas de pizarra, mientras que en la cordillera se moldean espatizados en caliza, lo cual hace muy distinto el aspecto de restos orgánicos iguales procedentes de unos u otros yacimientos.

(1) El autor de la especie es Schlotheim.

CORTE VERTICAL DE VEGADEO A LA BOBIA (ADARO)



Vegadeo

A la orilla de la ría del Eo, entre Castropol y La Vega de Rivadeo (hoy Vegadeo), se encuentra una cantera de caliza a la cual se superponen unas arcillas sobre las que se labra, en la loma de Porzún, el camino de As Casias (1) y Aldea de Presa; en esas arcillas amarillentas y rosáceas superiores a la caliza, es en las que se encuentran los fósiles de la fauna C, de Barrande: *Conocephalites Sulzeri*, Schlot; *C. Ribeiro*, Barr. et Vern.; *C. Castroi*, Barrois; *Arionellus ceticephalus*, Barr., y *Paradoxides Barrandei*, Barrois.

Estos fósiles fueron citados la primera vez por Barrois, en 1882, y en este yacimiento se encuentran encima las psamitas con *tigilites* del Postdamiense, debiendo corresponder al inferior las pizarras de Castropol, tenidas por Barrois como precambrianas con las de Ribadeo, que son igualmente supracambrianas.

Este corte está tratado en la obra de Barrois.

Este geólogo, al comentar la disposición del pliegue, hace constar que no ha podido encontrar el lecho de mineral de hierro que, según él, ocurre como normal siempre en la vecindad de la caliza cambriana de Galicia y Asturias; esta afirmación del insigne geólogo se funda en su equivocación de suponer horizonte de mena ferruginosa en la caliza, cuando el

(1) Las Cortillas en el corte de Barrois.

fenómeno es casi siempre un metasomatismo cumplido en la línea de fractura, con rocas eruptivas, que suele afectar a los pliegues anticlinales acadienses; en el caso preciso de Vega-deo contiene la caliza oligista desde Veiga de Logares hasta Barres, en la costa, al Norte.

Obras principales para este isleo: Barrois (1882), Adaro (1916), Sampilayo (1922).

Tineo

El yacimiento que hemos llamado de Tineo es el que corresponde al pequeño Valle de Rodical o Radical, nombre adoptado por Barrois (1882). Las capas que contienen los restos son pizarras verdosas con cuarcitas y algunas fajitas de calizas inferiores en las proximidades del Molino de Coello; el conjunto responde a un pliegue anticlinal. Los fósiles son; *Paradoxides Pradoanus*, Barr. et Vern.; *P. Barrandei*, Barrois; los *Conocephalites* ya citados y el *Trochocystites bohemicus*, Barr.

Los autores de la *Guía de Asturias* en el Congreso Geológico Internacional de Madrid (1926) (1), dan indicaciones estimables y poco divulgadas de este yacimiento y corte geológico.

«Desde Tineo descendemos al Rodical, por una carretera sinuosa, de cuatro kilómetros de longitud, que recorre el carbonífero. En el fondo afloran las calizas acadienses en las dos

(1) Cueto, Patac, Sampilayo.

vertientes del valle. Estas calizas están bastante plegadas y su gran espesor obedece, sin duda, como sospecha Barrois, a repetidos pliegues de las mismas. Este notable geólogo descubrió en este sitio, en unos lechos de pizarras verdes, Norte 20°-Oeste 15°, que se superponen en los bancos de calizas, restos de la fauna primordial. — Este interesante yacimiento fosilífero se encuentra en el kilómetro 13 de la carretera a Cangas de Tineo, subiendo desde puente Radical por esta carretera hacia la Tejera, en un barranco denominado «Mata el Diablo», después de pasada la cantera de la caliza cambriana que explotan los hermanos Barzanallana.

» Aunque es raro encontrar en este yacimiento ejemplares completos se han podido clasificar las siguientes especies: *Paradoxides Pradoanus*, *P. Barrandei*, *Conocephalites Sulzeri*, *C. Ribeiro*, *C. Castroi*, *Trochocystites bohemicus*, que es la fauna bien conocida del cambriano medio. (Algunos de estos fósiles pueden verse en el Museo Geológico de Gijón.)

» Adaro creía que estas hiladas fosilíferas de pizarra amarillenta, ocrácea, con restos de la fauna primordial (l. p. 122), aunque aparentemente están encima de los bancos de caliza, debía considerárselas debajo geológicamente, por suponer la existencia en este sitio de una gran cobijadura con arrastre del terreno cambriano. A esta hipótesis fué conducido por considerar el pliegue cambrosilúrico como un anticlinal simple, cuando en realidad se trata de un anticlinorio, a juzgar por los pliegues de la caliza del Rodical, cuyo valle corresponde, tal vez, a un sinclinal secundario de la bóveda del anticlinorio.

» A estas pizarras se superponen unos bancos potentes de cuarcitas verdes, de 100 a 200 metros de espesor, inclinación Norte 20°-Oeste 45°, que aunque sin fósiles, tal vez pertenezcan todavía al cambriano medio. Estas cuarcitas se hallan recubiertas, en parte, por la pudinga hullera, en estratificación discordante.

»La parte alta del valle, la Sierra de Tineo, está constituida por la arenisca blanca del siluriano inferior.»

Libros principales: Prado y Verneuil y Barrande (1860), Barrois (1882), Cueto, Patac y Sampelayo (1926).

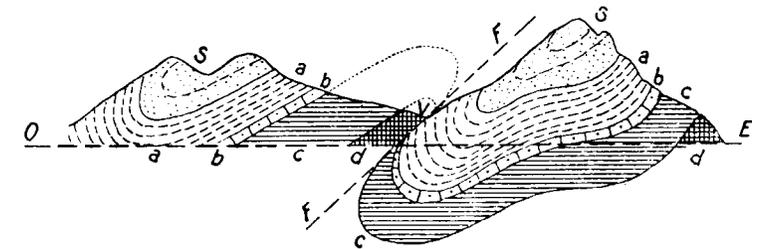
Narcea

Siguiendo la cuenca del abrupto río Narcea se descubren los estratos cambrianos en dos sitios: Belmonte y Ferredal por el río Pigüena. En Belmonte la disposición es un anticlinal sobre el que se excava el río Villandoz, en el cual se aprecia cómo se superponen unas pizarras con *Conocephalites Ribeiro*, Barr. et Vern., a las calizas sacaroides. En Ferredal el corte de otro anticlinal acusa el resultado siguiente, de abajo hacia arriba: (a), caliza compacta amarillenta con puntos espáticos; (b), caliza rojiza con restos espatizados; (c), pizarra cloritosa con fragmentos de *Paradoxides Pradoanus*, Barr. et Vern.; *Conocephalites Ribeiro*, Barr. et Vern.; *Trochocystites bohemicus*, Barr. Todos los fósiles de la fauna primordial de Asturias se encuentran en las pizarras sobre las calizas, son de edad acadiense y han sido citados por Barrois en 1882, y anteriormente (1878) por Mallada y Buitrago (1).

Es curiosa la historia del corte geológico de Grado a Belmonte. Casiano de Prado (1858-60) señaló la fauna primordial en ese recorrido secundado por las determinaciones de Verneuil y Barrande. Esta noticia hizo buscar su comprobación

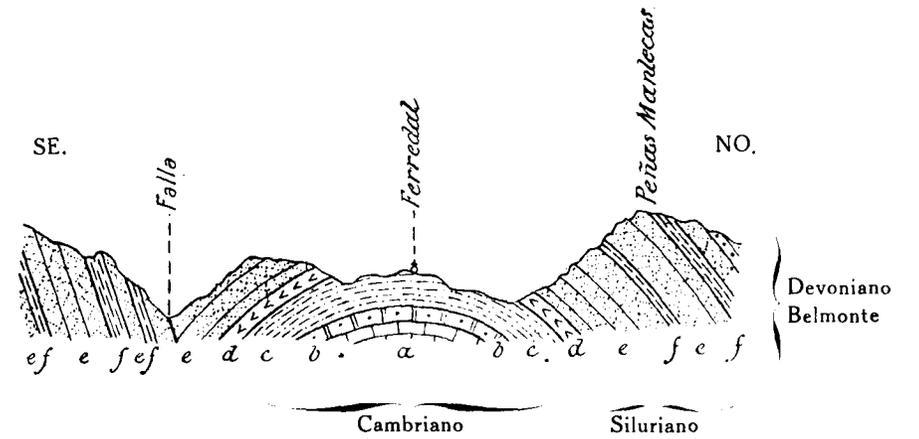
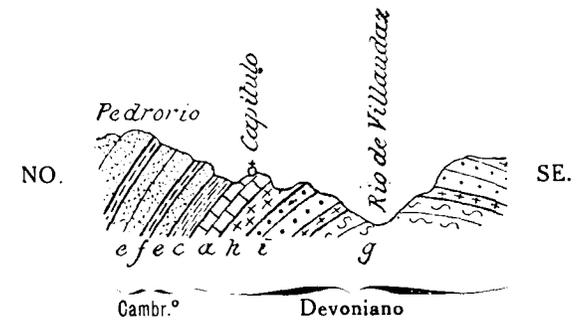
(1) Creemos haber encontrado también restos de la fauna de Barrande en el pueblo de Villaverde, en la cuenca del Narcea.

EJEMPLO DE LOS ASOMOS CAMBRIANOS EN UNA SOLA RAMA
(SEGÚN ADARO)



- | | |
|--|--|
| S. Cuarcitas silurianas. | V. Thalweg, a lo largo del cual se ponen en contacto los tramos a y d, faltando los intermedios b y c. |
| a. Pizarras cambrianas con <i>lingulas</i> . | F. Falla. |
| b. Caliza con <i>Paradoxides</i> . | |
| c. Filadíos y cuarcitas verdosas. | |
| d. Micacitas. | |

CORTES DE LA CORDILLERA (MALLADA)



- a Caliza compacta amarillenta.
- b » rojiza con fósiles espatizados.
- c Pizarras micáferas, gris verdosas (primera fauna).
- d » tránsito a samitas, idénticas a las de *bilobites*.
- e Cuarcita en bancos formando sierras.
- f Pizarras arcillo-carbonosas (segunda fauna).
- g } Areniscas y calizas alternantes (Devoniano).
- h }
- i }

al geólogo Barrois en su primer viaje a España (1877), pero fracasó, según confiesa en comunicación a la Sociedad Geológica del Norte de Francia, contribuyendo a un estado de duda que quiso terminar el entonces director del Mapa Geológico D. Manuel Fernández de Castro, enviando a las Sierras de Belmonte a los Sres. Mallada y Buitrago (1878), excursión a la que se unió Nery Delgado, comisionado del Gobierno portugués, comprobándose por los geólogos españoles y portugueses, en legítimo triunfo reconocido por Barrois, el acierto de la afirmación de Casiano de Prado.

La región comprendida de Grado a Belmonte está formada, según lo había hecho constar Schulz, por capas devonianas, por los ojales de los cuales asoma el Cambriano; los dos cortes entre Viso y Lodos y otro de Sierra Manteca a Sierra Begega, que insertamos, dan buena idea de la estructura geológica ideada por los ingenieros españoles.

Libros principales: Prado (1857), Prado, Verneuil y Barrande (1860), Barrois (1877), Mallada y Buitrago (1878), Delgado (1879), Barrois (1882).

Cordillera

Las manchas cambrianas de la cordillera entre Asturias y León se reparten, en unos 80 kilómetros de Somiedo a Boñar, en bandas alargadas de Este a Oeste, verdaderas ventanas u ojales tectónicos en los que la caliza rosácea acadiense juega el papel litológico más saliente y dentro de la cual se encuentran los restos fósiles resaltados en espato blanco y mucho

más abundantes y variados que en los isleos pizarrosos de Asturias.

En estos isleos, alargados en unos 100 kilómetros del Esla al Sil, muy estrechos a veces y repetidos paralelamente, se descubren investigando con atención: el Cambriano, el Siluriano y el Devoniano, aunque lo más general es que no se aperciban sino las calizas rojizas del Cambriano medio, casi en contacto con las del Devoniano (eifeliense), con el extraño efecto de las dos faunas tan distantes, espatizadas en blanco, ofrecidas en homotáxicas condiciones litológicas de presentación. La explicación tectónica de estos pliegues, que tan difícil pareció, está, sin duda, en suponerlos de raíces, pero con resbalamiento sobre sí mismos en la fase herciniana, lo que ha producido la desaparición casi constante de una de las ramas como efecto del estiramiento, origen, al mismo tiempo, de la laminación y aspecto en banditas paralelas de los terrenos proterozoicos (véase corte).

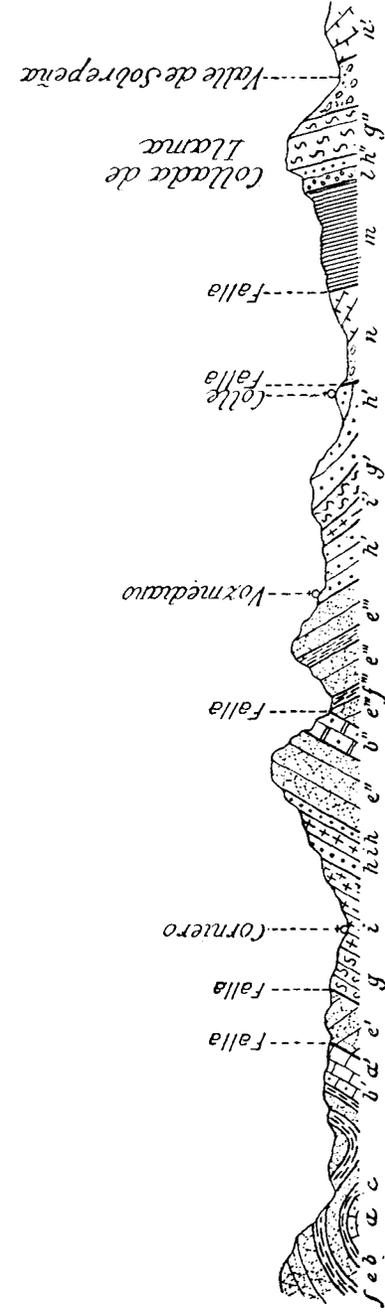
Porque se pueda apreciar una colocación tan típica de láminas repetidas y barajadas damos un corte abreviado, de Norte a Sur, de Prado y Mallada, por los pueblos de Corniero, Vozmediano, Colle y Collada de Llama. (De abajo hacia arriba.)

- a) Caliza cambriana plegada (sacaroides). (Término inferior.)
- b) Caliza roja acadiense, con fauna primordial.
- c) Pizarra arcillosa micácea, como la de Ferredal.
- e) Cuarzitas supuestas silurianas por Prado, alternantes con pizarras de la segunda fauna.
- b') Continuación de la capa (b).
- a') Continuación de la capa (a).
- e') Cuarzita idéntica a la (e), separada por fallas de las anteriores capas y del Devoniano. — Prado encontró *Cruzianas*.
- g) Areniscas devonianas ferruginosas.

EL CAMBRIANO EN ESPAÑA

LÁM. IV

CAMBRIANO DE LA CORDILLERA (MALLADA)



(Explicación en las páginas 318 y 321.)

- | | | | |
|----|--|----|---|
| a | Caliza subsacaroides cambriana. | c' | Idéntica a la e, con <i>Cruzianas</i> (Prado). |
| b | » roja con fósiles (fauna C). | f | Pizarras de la segunda fauna. |
| c | Pizarra arcillosa micácea. | g | Areniscas y calizas devonianas. |
| e | Cuarzitas silurianas, según Prado, con pizarras (segunda fauna). | h | |
| a' | Continuación de la a. | i | Las letras más altas marcan carbonífero o cretáceo (n).
Las acentuadas repetición de las anteriores iguales. |
| b' | » » b. | | |

- i) Pizarra azulada amarillenta.
- h) Calizas y margas fosilíferas.
- e'') Cuarcitas idénticas a las (e) y (e').
- b'') Caja de la fauna primordial llamada de Boñar por Prado, llevando calizas como en (b) y (b').
- e''') Cuarcitas silurianas alternando con pizarras (f''').
- h') Calizas devonianas, alternando con argas pizarreñas (i') muy fosilíferas.
- g') Areniscas devonianas idénticas a las (g).

Siguen después estratos cretáceos y carboníferos, pasados los cuales vuelve a encontrarse otro ojal devoniano, no tan característico, para ejemplo, como el que acabamos de detallar.

El Cambriano leonés es mucho más fosilífero que el asturiano, correspondiendo su fauna al Acadiense o piso medio. En los términos de Adrados, Corniero, Crémenes, Valdoré, Vozmediano, etc., enclavados en los isleos de la corte se han encontrado:

<p><i>Paradoxides Pradoanus</i>, n. sp. <i>Arionnellus ceticephalus</i>, Barr. <i>Conocephalites Sulzeri</i>, Schlot. » <i>coronatus</i>, Barr. » <i>Ribeiro</i>, n. sp.</p>	}	<p>Verneuil y Barrande</p>	<p>Sur l'existence de la faune, etc.</p>
--	---	------------------------------------	--

- Agnostus*...
- Capulus*...
- Capulus Cantabricus*, n. sp. Vern. y Barr.
- Discina (orbicula) primæva*, n. sp. V. y B.
- Orthis primordialis*, n. sp. V. y B.
- Orthisina vaticina*, Salter in litt (*Clitambonites*).
- » *Pellico*, n. sp.
- Brachiopodo* — n. gr. — (Descrito y figurado).
- Trochocystites bohemicus* ?, Barr.
- Bivalvo de naturaleza incierta (variedad de los *braquiópodos*).
- Leperditia*.
- Dos especies de *Agnostus*.

Los *obulos* y *lingulas* parecen los *braquiópodos* más fre-

cuentas, reconociéndose por De Verneuil que los *moluscoïdes* españoles encontrados parecen formar un grupo aparte.

De Verneuil afirma que el descubrimiento de Prado fué la aportación más importante desde la nota publicada por Barrande (*B. S. G. F.*, vol. XVI, p. 516, 1852).

Los fósiles leoneses de la cordillera fueron señalados por primera vez por D. Casiano de Prado en 1860, lista aumentada después (1878) por Mallada y Buitrago.

Libros principales: Prado, Verneuil y Barrande (1860), Barrois (1877), Mallada y Buitrago (1878), Delgado (1875), Monreal (1879-80), Barrois (1882).

CAMBRIANO DE ARAGÓN

Alineadas decididamente de NO. a SE., se muestran al Sur de la provincia de Zaragoza, entre ésta y la de Teruel, dos series de manchas muy alargadas de terrenos paleozoicos, Cambriano y Siluriano principalmente, las cuales, a uno y otro lado de Calatayud y en una longitud de 150 kilómetros, se extienden asomando bajo el secundario y terciario, en doble ventana de pliegues hercinianos, prolongación probable de la Sierra de la Demanda y coincidentes en el mismo rumbo al NO. Entre esos dos alargados isleos, adosado al más meridional y a la izquierda del Jiloca, desde Ateca a Calamocho, se encuentra el Cambriano aragonés, en el cual (Murero) descubrieron la fauna primordial los geólogos franceses De Verneuil y Lartet en 1863, orientados siempre por D. Casiano de Prado: diez años después describió la provincia el señor Donayre (1873), evidenciando particularmente el Siluriano. En 1885, D. Daniel de Cortázar distinguía las cinco divisiones siguientes, en ascenso, para los antiguos terrenos de Aragón:

- 1.^a Pizarras arcillosas y grawakas con *Paradoxides* y *Conocephalus*, de Murero.
- 2.^a Pizarras micáceas con *Palæophycus* y *Scolithus linearis*, de las sierras de Tornos, Atea y Noguera.
- 3.^a Cuarcitas con *Cruzianas*, *Vexillum* y *Scolithus Dufrenoyi*, de las sierras de Herreros, Santa Cruz de Atea, etc.
- 4.^a Pizarras ferruginosas y calizas y dolomías con fósiles de la segunda fauna en Tabuenca, Daroca y Pardos.
- 5.^a Pizarras negras y satinadas, con *graptolitos*, en Orihuela del Tremedal.

La interpretación estratigráfica de cuyo cuadro se obtiene empezando por el Cambriano medio, piso caracterizado por el grupo de *conocorifeos*; el tramo 2.^o encaja bien con el Postdamiense, y los 3.^o, 4.^o y 5.^o con los pisos inferior, medio y superior del sistema Siluriano.

En 1892, el eminente geólogo D. Pedro Palacios estudió la parte meridional de la provincia de Zaragoza, comprobando dos pisos del Cambriano: el medio con la fauna primordial, y el superior con *tigilites* y *lingulas*, puntualizando todo el Siluriano. Los estudios de los geólogos españoles se pueden reunir en los términos siguientes: Georgiense, pizarroso azoico; Acadiense con *Conocephalites Sulzeri*, Zenk. (Schlot). *C. coronatus*, Barr.; *C. Ribeiro*, Barr. et Vern.; *Paradoxides spinosus*, Bœk.; *P. rotundatus*, Barr.; *P. bohemicus*, Bœk., y algunas especies de *Leperditia*; Postdamiense con *Scolithus*, *algas* y *lingulas*; Siluriano completo encima, en concordancia completa.

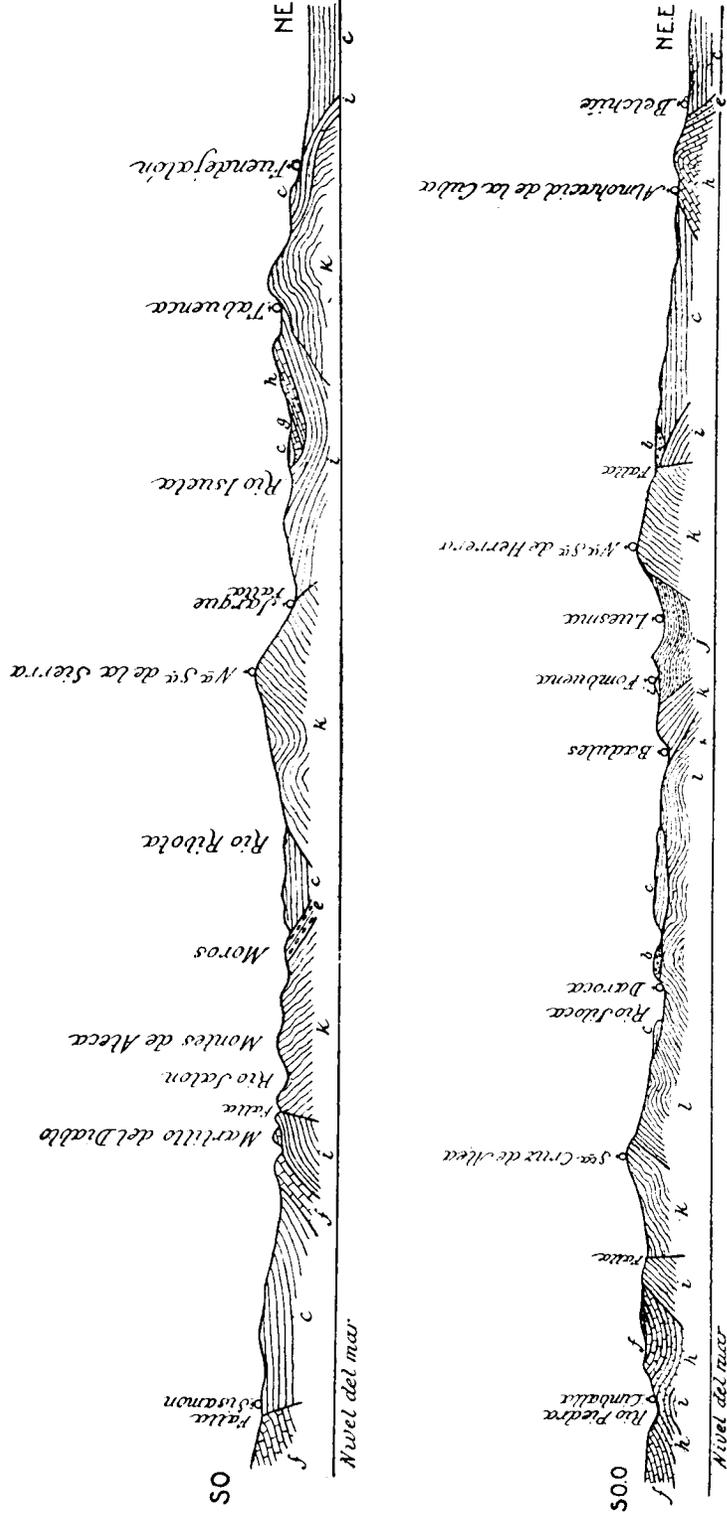
Palacios delimitó exactamente, de modo litológico, los contornos que hoy se conocen por cambrianos, sin señalarlos por completo, y citó los yacimientos que después han acusado más restos fosilíferos.

En 1898 Dereims hizo nuevos descubrimientos en el paleozoico aragonés; estratigráficamente, en algunos sitios de los ya conocidos (Murero, Valdemiedes, etc.) distinguió hasta doce

EL CAMBRIANO EN ESPAÑA

CORTE DE LOS MONTES CELTIBEROS (ARAGÓN-PALACIOS)

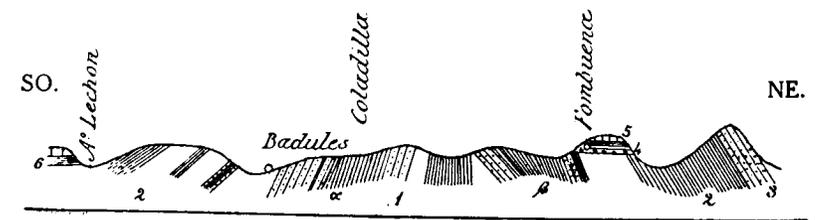
LÁM. V



- b. Diluvial. — Gredas, cantos rodados, conglomerados.
- c. Mioceno. — Conglomerados, margas, yesos, calizas.
- d. Oligoceno. — Conglomerados, areniscas, margas, yesos.
- e. Eoceno. — Conglomerados, arcillas.
- f. Cretáceo. — Calizas arenosas.
- g. Jurásico. — Calizas, margas, areniscas.
- h. Liásico. — Calizas, margas.
- i. Triásico. — Pudingas, areniscas, margas, calizas.
- j. Devoniano. — Pizarras arcillosas, areniscas, calizas.
- k. Siluriano. — Pizarras, cuarcitas.
- l. Cambriano. — Pizarras, cuarcitas, psamitas, calizas.

Escalas } Horizontal: 1 : 400.000
 } Vertical: 1 : 100.000

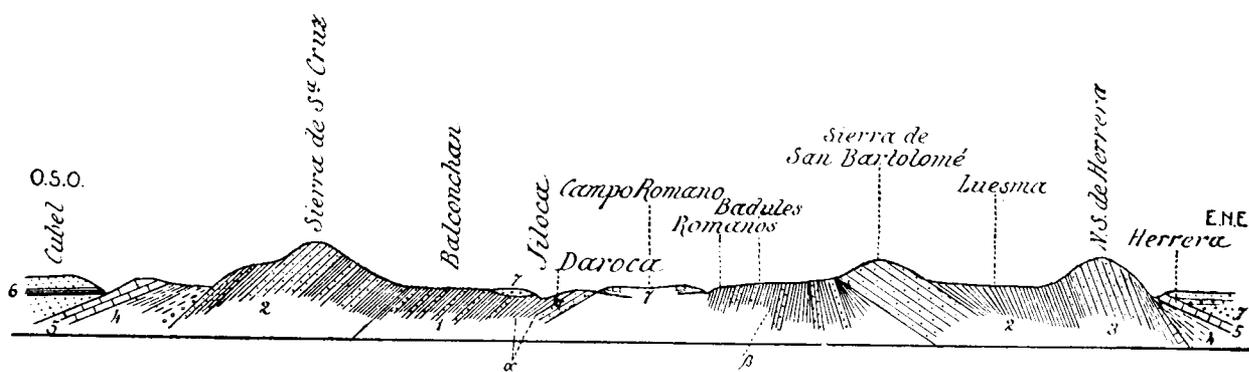
CORTE GEOLÓGICO DE BADULES
(ARAGÓN - DEREIMS)



1. Acadiense. Las pizarras α y β son fosilíferas.
2. Pizarras del Postdamiense no fosilíferas.
3. Ordoviense (Grès armoricain).
4. Triásico.
5. Infraliásico.
6. Mioceno superior de Campo Romano.



CORTE GEOLÓGICO DE DAROCA (ARAGÓN - DEREIMS)



1. Pizarras y cuarcitas del Cambriano: α , banda acadiense de Murero; β , banda acadiense de Badules.
2. Cuarcitas y pizarras del Ordoviense.
3. Areniscas y pizarras del Gothlandiense inferior.
4. Triásico.
5. Infraíasico.
6. Areniscas y arenas cenomanenses.
7. Terciario.

tramos, fundándose en diferencias litológicas, mientras que paleontológicamente siempre eran los mismos puntos de apoyo: la fauna primordial acadiense y las *algas* del postdamiense.

Uno de sus cortes, que muestra el enlace entre el Cambriano y el Siluriano, se puede reseñar así:

1-9. Pizarras de *Paradoxides* de Murero. Las areniscas, muy ferruginosas, del número 7 se marcan sensiblemente.

10. Pizarras verdes de grandes *Paradoxides*. (Entrada del barranco, 25 metros.)

11. Pizarras más visibles, más suaves al tacto, no fosilíferas, 20 metros.

12. Pizarras alternando con algunos bancos de arenisca. Capas de *Scolithus* y *Tigilites*, 50 metros.

13. Pizarras homotácicas a las anteriores, no fosilíferas, pasando por su parte superior a la arenisca armoricana, 300 metros.

Se ve claramente que los términos litológicos hasta el 12 pertenecen al Cambriano medio, mientras que desde el 12 al 13 ya se pueden considerar como postdamienses estratos caracterizados por las *lingulas*, según D. Pedro Palacios.

El geólogo alemán Lotze en 1928 publicó su estudio *Stratigraphie und Tektonik des Keltiberischen Grundgebirges (Spanien)*, con datos originales y no divulgados, por lo cual damos a continuación un extracto de su exposición estratigráfica, anotándolo y criticándolo en sus contrastes con los conocimientos e ideas de los geólogos españoles.

Los datos geológicos más antiguos de la Cordillera Celtibérica y manchas aragonesas corresponden al P. Torrubia, quien hacia el año 1753 descubrió los primeros fósiles paleozoicos en los montes de Molina (Cadenas Hespérides); su obra *Apparato para la Historia Natural Española*, aunque traducida rápidamente a los principales idiomas europeos, no ha sido, en general, conocida por los primeros geólogos.

Fué el Ingeniero de Minas D. Joaquín Ezquerro del Bayo el que, después de sus estudios de 1837 al 56, publicó su *Ensayo de una descripción general de la estructura geológica del terreno en España*, como explicación de conjunto a su plano geognóstico (1855); los isleos paleozoicos aragoneses quizás fueron más precisados en el mapa de los geólogos alemanes Moritz y Willkomm (1852), suplemento a su libro *Die Strand und Steppengebiete der Iberischen Halbinsel*, en el cual se referían a su paso de la cordillera, desde Zaragoza a Molina, por Daroca, reconociendo que las Cadenas Ibéricas representaban dos ramas montañosas independientes, separadas por un sinclinal terciario, como ya había sido señalado por Ezquerro.

Los viajes de De Verneuil y Prado aportaron seguros conocimientos al descubrir los primeros fósiles. En 1852, De Verneuil y Collomb, encontraron las faunas del Siluriano inferior y superior, y en 1853, Verneuil y Lorient puntualizaron otros devonianos en el extremo oriental del Guadarrama, hecho puesto en duda por Lotze. En 1862, De Verneuil y Lartet descubrieron el yacimiento de *Trilobites* del Cambriano medio de Murero, muy investigado después, y la fauna devoniana de las Cadenas Ibéricas orientales.

Siguen las investigaciones españoles de Donayre (1873), y las de Palacios en 1892, siendo la formación del Mapa debida exclusivamente a sus estudios y delimitaciones. En 1889 se publican los trabajos estratigráficos al Sur de Aragón por Dereims, con el inconveniente de no haber hecho clasificación general del paleozoico; según Lotze, sus observaciones fueron erróneas en parte por la fácil confusión del paleozoico con el Estrato-Cristalino.

CORTES DE LA CORDILLERA CELTIBÉRICA (ARAGÓN - DEREIMS)



1. Pizarras verdes con *Paradoxidés*. Inclinación, SO. 20°; potencia, 15 metros.
2. Pizarras más margosas y más ferruginosas, no fosilíferas, 8 metros.
3. Pizarras verdes arenosas con bancos de cuarcitas, no fosilíferas, 10 metros.
4. Pizarras arcillosas de color verdoso, con manchas rojizas, fosilíferas. Inclinación, SO. 25°; potencia, 20 metros.
5. Pizarras fosilíferas más rojizas que las precedentes, con pequeños lechos ferruginosos, fosilíferas, 15 metros.
6. Pizarras idénticas a las anteriores, pero mucho menos ferruginosas, fosilíferas, 15 metros.
7. Pizarras muy ferruginosas con bancos más arenosos pasando a arenas, no fosilíferas, 15 a 20 metros.
8. Pizarras verdes menos arenosas, no ferruginosas, no fosilíferas, 6 metros.
9. Pizarras con areniscas y bancos de caliza dolomítica, no fosilíferas.
- T. Pudingas y margas terciarias.



Datos históricos del Cambriano

1855. — C. de Prado encuentra *Trilobites* en los Montes de Toledo (Ciudad Real); un *Ellipsocephalus* de la fauna primordial.

1858. — C. de Prado descubre la caliza fosilífera de la Cordillera.

1860. — C. de Prado descubre la fauna primordial en la Cordillera Cantábrica.

1863. — De Verneuil y Lartet descubren en Murero los primeros fósiles (1862) de las Cadenas Celtibéricas y restos de un dudoso *Paradoxides* en Beratón, cerca de Moncayo.

1873. — Don Felipe Donayre comprueba el descubrimiento de De Verneuil y Lartet, y recoge numerosos ejemplares de *Paradoxides* y *Conocephalites*, en Murero.

1882. — Barrois cita los fósiles de La Vega de Rivadeo, probablemente descubierta por Prado, que residió en Ribadeo e influyó en el recorrido por la costa del geólogo francés.

1892. — Don Pedro Palacios comunica más detalles sobre la fauna de Murero y sigue los estratos fosilíferos desde allí hasta Villafeliche. Supone también el Cambriano medio en ciertas capas de Badules, al Este de Daroca.

1898. — Dereims da detalles estratigráficos sobre el Cambriano de la Cordillera Celtibérica y encuentra la fauna Acadense en las capas de Badules, supuestas ya cambrianas por Palacios.

Exposición del Cambriano

Tiene el Cambriano bastante extensión en las llamadas cadenas celtibéricas y ocupa unos 100 kilómetros de largo, de NO. (Almenar) a SE. (Calamocha); es decir, desde el Moncayo y extremo Norte de los Montes de Ateca, hasta las elevaciones de Daroca y Calamocha. Separada de esta área principal por el Triás de Morés, se ofrece, entre este pueblo y Tierga, el isleo de Mesones con el rumbo coincidente NO.-SE.

Se supone al Cambriano unos 1.000 metros de potencia. Como regla hay tres tramos: el inferior, en que domina la arcilla en las pizarras; el medio, con margas, calizas, dolomías y pizarras, a veces calíferas, y, por fin, el superior, en las pizarras, del cual dominan las partes arenosas sobre las de arcilla.

Las pizarras arenosas inferiores se atribuyen al Georgiense superior, con escasas razones paleontológicas; la parte alta de las formaciones calizas ofrece la faunela de los *Paradoxides*, debiendo, por tanto, referirse al Cambriano medio (Acadiense), y la serie superior arcillo-arenosa, lleva *lingulas*, y entre ellas formas afines a la *Lingulella davisii* de la formación *Lingula-flags* de Inglaterra (*Olenus*, Postdamiense, Saratoviense). La determinación exacta vemos que sólo se refiere a parte del piso medio. También debe advertirse que no coinciden las divisiones litológicas con las paleontológicas, y en la separación inferior el límite entre el Cambriano inferior y el medio está colocado dentro de los depósitos calizo-margosos.

En ningún sitio se comprueba la serie completa del sistema y Lotze lo atribuye, en gran parte, a la tectónica; el Cambriano

inferior domina en la rama paleozoica oriental de la Ibérica, NE. de Calatayud, mientras que en la occidental (SO. de Calatayud) están más representados los pisos medio y superior del Cambriano en contacto con el Siluriano. Separa ambas series y las llama, por la facilidad de acceso de los valles que las demuestran mejor: serie del Jalón a la rama NE. y del Jiloca a la del SO.

La serie del Jalón (al Este de Calatayud) comprende seis términos en la forma siguiente:

6 — Areniscas cuarcitasas.....	Cuarcita de Daroca.	} Parte alta del Cambriano inferior (Georgiense)
5 — Pizarras arcillosas gris verde con biotita.....	P. de Huérmeda....	
4 — Dolomías y margas calizas....	Dolomía de Ribota.	
3 — Serie abigarrada de pizarras, areniscas, dolomías.....	Pizarra abigarrada del Jalón....	
2 β — Grawakas.....	} Parte baja del Cambriano inferior (Georgiense)
2 α — Pizarras en bandas, color aceituna..	Capas de Embid....	
1 — Cuarcitas y conglomerados....	Cuarcita de Bámbole.	

Solamente en las pizarras de Huérmeda y en las dolomías de Ribota se han encontrado *Trilobites* en presentaciones que deben ser confusas, puesto que Lotze, su descubridor, sólo dice de ellos que «tienen formas que se refieren al Supracambriano alto», por lo cual atribuye toda la serie a las capas de *olenellus*; en realidad y sana crítica, no es muy sólido el fundamento de la clasificación.

Litológicamente se distribuyen en dos grupos los seis horizontes del Georgiense; los niveles 1 y 2 son depósitos macroclásticos y carecen de calizas y, en cambio, la parte superior se caracteriza por los horizontes 3 y 4, que contienen calizas y dolomías.

El tipo de la base, la cuarcita de Bámbole, es muy blanca, su potencia llega a 300 metros y suele tener cantos poligéni-

cos en su base, a veces como huevos, coronándose su estratificación cruzada con arenas muy gruesas, blancas, y se rematan estas duras y compactas cuarcitas por pizarras verdosas; la diferencia con la cuarcita ordoviciense es litológica, pues carece de fósiles.

Las capas de Embid (2^a, 2^b), que se superponen a las cuarcitas de Bámbola, se componen de arcillas verdosas y color cuero abajo (100 metros) y grawakas arriba con 200 metros de potencia; los restos orgánicos son formas tubulares con *Scolithus* (*Tigilites planos?*) y huellas de reptación en forma de bulbo; enunciación que en nuestra opinión hace recordar las formas del postdamiense astur-galaico.

Encima (al Norte de Huérmeda) se colocan los capas abigarradas del Jalón (3), con 350 metros y gran variedad litológica, pizarras, cuarcitas y grawakas con dolomías amarillentas entre ellas; es llamativo el tramo por la diversidad de colores, entre los que destacan el negruzco y lila de las pizarras que se suelen hacer ferruginosas por la alteración de los cristales cúbicos de piritita contenidos.

El término 4 o dolomía de Ribota no alcanza más de 100 metros de potencia, pero es importantísimo, pues en las margas que separan los gruesos bancos de dolomía cristalizada se encuentran los fósiles cambrianos más inferiores de la Península, pues desde estas capas hasta las más bajas de la fauna de Murero habrá, quizás, 300 ó 400 metros.

Entendemos que los argumentos paleontológicos son de interés y los reproducimos.

Los fósiles encontrados fueron:

Ptychoparia ? ribotana n. sp. Rud. et E. Richter, manusc.

Agraulos sp.

Hyalithes sp.

Volborthella ? n. sp.

Esta fauna representa hasta ahora la más antigua del Cam-

briano español. Desgraciadamente no se puede decir nada sobre su situación cronológica, porque el *Agraulos* no es determinable específicamente y el *Ptychoparia ? ribotana* es una nueva especie, cuya atribución genérica no es segura.

Según una carta de Rud. Richter podría corresponder también al género *Olenopsis*. Dicho autor dice a propósito de la edad de la fauna: «Aun comparando las relaciones con aquellas especies más próximas que se cuentan hoy por necesidad bajo el amplio término de *Ptychoparia*, nos decidiríamos por sentimiento, como gran probabilidad, por el Infracambriano alto.»

Para esta especificación de la edad es indicio empírico para Rud. Richter la falta completa de restos de *Paradoxides*. El argumento se apoya en relaciones estratigráficas; la fauna se encuentra en efecto de 300 a 400 metros por debajo de la más antigua de *Paradoxides* de Murero. Finalmente, la presencia de formas análogas a *Volborthella*, significa una correspondencia al Infracambriano.

La fauna tiene en su carácter una cierta analogía con la del Infracambriano superior de la zona denominada por Kiär de la *Strenuella linnarssoni* de Noruega. En ésta también faltan por un lado los géneros auténticos georgienses, y, por otro, no se presentan todavía *Paradoxides*; son más bien *Ellipsocephalidos* los que caracterizan la fauna. Debemos, pues, atribuir las dolomías de Ribota al Infracambriano superior y compararlas aproximadamente a la zona de las *Strenuella linnarssoni* de Kiär, hasta que por el hallazgo de una fauna más rica se pueda decidir la cuestión en pro o en contra de esta atribución.

El término 5 de la serie lo constituyen las pizarras de Huérmeda, con 60 metros de potencia, dominando las pizarras arcillosas de tono gris verdoso, entre las que se intercalan gruesos bancos de cuarcita, llevando en todo el paquete

de capas, como característica, la abundancia de biotita, señal que quizá sea puramente local, lo mismo que un delgado banco de lidita muy extendido.

La fauna es análoga a la de Ribota, habiéndose encontrado una forma próxima a la *Ptychoparia ? ribotana* n. sp. Rud. y E. Richter de las dolomías de Ribota, sin que aparezca en ella ningún *Paradoxides*, por lo cual se atribuye todavía al Georgiense.

Como último término del Infracambriano, 6 — cuarcitas y grawakas —, figuran unas areniscas, grawakas y cuarcitas, que en bancos de su base, algo calizos, llevan *Volborthellas* y restos de *braquiópodos*; este término superior no parece muy constante ni diferenciado de los anteriores.

En realidad, el establecimiento del Cambriano inferior en la rama oriental de las Cadenas ibéricas, tiene, en nuestra opinión dos fallas de importancia: es la primera la ausencia de fósiles característicos o al menos sincronizados con otros conocidos, y en segundo lugar la independencia de esta serie inferior con las clásicamente establecidas como Cambriano medio, superior y ordovicense en la rama occidental por los geólogos españoles; en cambio, en los montes del NE., esas capas fosilíferas dudosas, con pistas, algas y *ripplemarks* homotáxicas con los depósitos sincronizados de Asturias y Galicia, se ponen en contacto en el mismo rumbo NE. con toda la serie siluriana y devoniana, al parecer en concordancia y sin laguna que acuse falta.

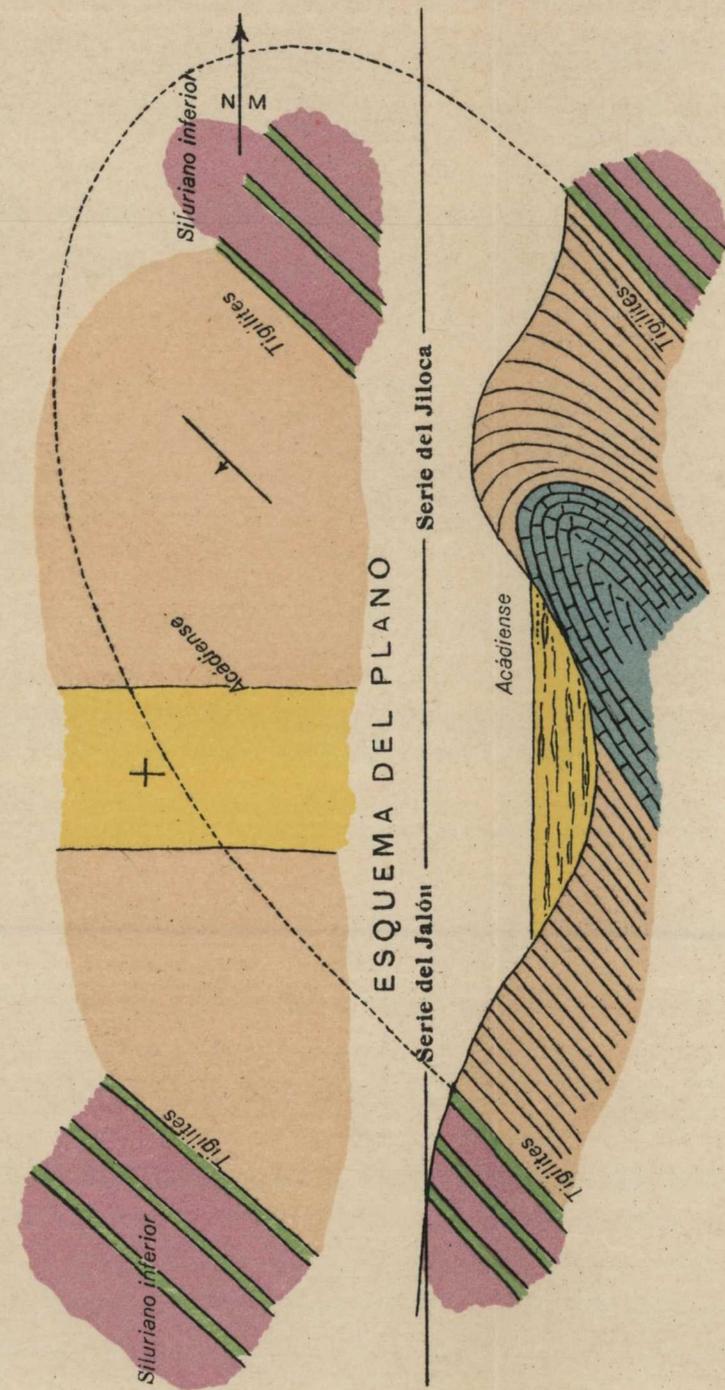
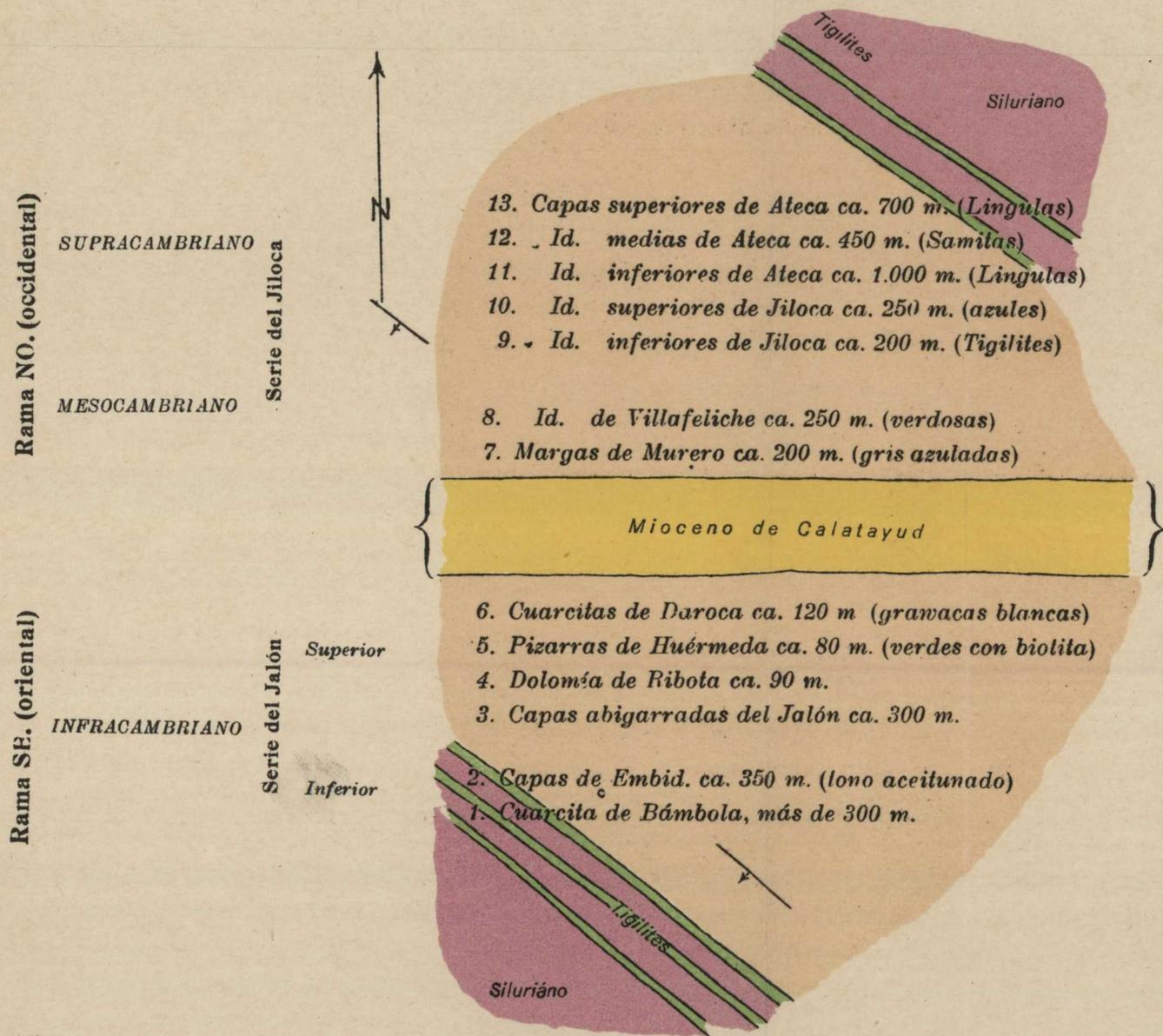
Serie estratigráfica de la rama occidental (SO. de Calatayud) de las Cadenas Ibéricas (del Jiloca). — La serie completa la figura Lotze con siete términos en estos montes que corren a occidente de Calatayud, pero los tres primeros son los incluidos como del Georgiense superior con los números 4, 5 y 6 en la serie del Valle del Jalón: Dolomía de Ribota, Pizarra de Huérmeda y Cuarcita de Daroca, de modo que

suprimidos éstos, la serie del Jiloca tendría un tramo inferior (Cambriano medio) compuesto de margas, calizas y dolomías, que es el que contiene la fauna primordial, y otro superior (términos 6 y 7) compuesto de estratos arenosos y arcillosos, sin caliza y conteniendo *Lingulella cf. davisii* muy frecuente en el Cambriano superior de Inglaterra; es decir, que las capas de Ateca se pueden considerar como las equivalentes al Postdamiense.

Sin embargo, como los términos del Georgiense aquí repetidos podrían tener alguna variación con sus sincrónicos del Jalón, y por otra parte ofrecen, unidos, la mayor amplitud estratigráfica, ya que toda la lista no se conoce en ningún sitio, insertamos el cuadro completo de *la serie del Jiloca*, con la advertencia de la distinta numeración de los tres horizontes de la base en el cuadro del supuesto Cambriano inferior del Jalón.

Supracambriano (1)	}	7". — Cuarcitas y pizarras con <i>Lingúlidos</i> Superiores	}	Capas de Ateca.
		7'. — Pizarras y cuarcitas. Medias		
		7. — Cuarcitas y pizarras con <i>Lingúlidos</i> Inferiores		
		6'. — Pizarras arcillosas de color gris azul Superiores		
6.	}	— Areniscas ricas en <i>Tigilites</i> y pizarras arcillosas Inferiores	}	Idem de Jiloca.
		5. — Margas y areniscas verdosas y azuladas <i>Paradox</i> ?, <i>Conocephal</i> ?, <i>Sao</i> , <i>Agraulos</i> , <i>Ptycoparia</i>		
4.	}	— Margas grises dominantes, calizas o dolomías <i>Agraulos</i> , <i>Olenopsis</i> , <i>Paradox</i> ?, <i>mureroensis</i> , <i>R. R. sp.</i> (Los cono- corifeos los supone superiores)	}	Margas de Murero.
		3. — Cuarcitas blancuzcas. (6 de Jalón)		
2.	}	— Pizarras arcillosas grises con biotita (5 de Jalón)	}	(Pizarra de Huérmeda).
		1. — Dolomías con margas. (4 anterior de Jalón)		
1.	}	— Dolomías con margas. (4 anterior de Jalón)	}	(Dolomía de Ribotta).

(1) Diferenciamos con exponentes por evitar la confusión que produce Lotze, repitiendo en varios tramos las mismas letras griegas.



ESQUEMA DE UN POSIBLE CORTE ENLAZANDO AMBAS RAMAS



Cambriano inferior del Jiloca (NE. de Calatayud)

1. Dolomías y calizas dolomíticas (Dolomías de Ribota).

Con potencia que excederá poco de 50 metros se ofrece muy típicamente la dolomía en la ciudad de Daroca; compacta, cristalina marmórea, del blanco al pardo según el hierro que contiene.

Una zona margosa intermedia divide en dos este llamativo término que ocupa los picos ásperos de Daroca.

Tiene milonitas en su base y hasta ahora no se han encontrado fósiles en ella.

2. Margas arcillosas. — Pizarras de Huérmeda del Jalón.

Potencia, 50 a 100 metros; sin fósiles, sólo se identifica con el nivel de Huérmeda *por las laminillas de biotita que contiene.*

3. Cuarcita de Daroca.

Las pizarras de biotita pasan a bancos grises y blancos de cuarcitas tableadas que, algo astilladas y con algunas pizarras, alcanzan 100 a 150 metros de potencia. En la base suele tener dos bancos de caliza sabulosa llenos de conchas córneo-calizas de *Volborthella* sp., lo que determina la inclusión de esta zona en el Georgiense.

Como vemos, este término, bien caracterizado y colocado bajo el Cambriano medio, se diferencia bastante de las areniscas cuarcitosas que con el número 6 coronaban la serie infracambriana del Jalón.

Cambriano medio

En este piso paleozoico se comprenden los horizontes calizos, margosos o dolomíticos numerados 4 y 5 en la serie de Jiloca y son los que contienen la fauna primordial, representando debidamente el piso medio o acadiense.

4. Margas de Murero.

200 a 250 metros de potencia. — Dominan en el tramo las margas calizas sin sílice, variando de los tonos verde amarillento abajo, a los azulados arriba; también se destaca en ellas el contenido en caliza que se dispone en nódulos de uno a dos decímetros, marcando horizonte.

Las faunas se concretan en la parte alta.

Don Pedro Palacios (1892) cita las especies siguientes:

Conocephalus Sulzeri, Schl. sp.

Conocephalus coronata, Barrande.

Paradoxides bohemicus, Boek.

Paradoxides rotundatus, Barr.

Paradoxides spinosus, Boek.

Paradoxides Pradoanus, Barrande y un

Leperditia; a los cuales añade Dereims en 1898:

Paradoxides rugulosus, Corda.

Paradoxides sp., grupo *P. rugulosus*, Corda.

Conocoryphe heberti, Mun.-Chalm. y Berg.

Solenopleura riberoi, Barrande.

Solenopleura cf. *rouairouxi*, Mun.-Chalm. y Berg.

Agnostus sallesi, Mun.-Chalm.; *Discina* sp.

Esta fauna, según Lotze, debe proceder de un nivel alto

de las capas de Murero, puesto que algunas de las formas importantes coinciden con la fauna más moderna de las capas de Villafeliche, según veremos en el apartado siguiente; al mismo nivel alto de Murero corresponde el *P. Barrandei*, Barrois, del barranco bajo de Valdemiedes, mientras que procedentes de aguas arriba y reconocidos por Rud. y E. Richter como especies nuevas recogidas por Lotze y más antiguas que las de la fauna de Palacios y Dereims se pueden citar:

Paradoxides murerænsis, Rud. y E. Richter, in Litt.

Olenopsis ? lotzei, Rud. y Richter, in Litt.

Olenopsis ? eleganticeps, Rud. y E. Richter, in Litt.

Agraulos sp. a.

Agraulos, sp. b.

En resumen, parece deducirse que en las capas de Murero hay dos faunas diferentes, de las cuales la inferior debe ser más antigua, y según opinión de Rud. y Richter, se relaciona con las capas de Cerdeña, faltando las especies de *Conocorypheos*, que son típicas de la fauna superior.

3. Capas de Villafeliche.

Potencia de 200 a 250 metros, comprendiendo los horizontes 7 al 11 de Dereims; la masa principal es de margas verdes y azuladas con intercalaciones calizas y otras arenosas que dominan en la parte inferior. El horizonte principal de los grandes *Paradoxides* (hasta 30 centímetros de largo) se marca por bancos gruesos de dolomía que van al muro; la fauna señalada por Lotze es:

Paradoxides barrandei, Barrois.

Conocoryphe heberti, Mun.-Chalm. y Berg.

Conocoryphe coronata, Barrande.

Conocoryphe cf. *levyi*, Mun.-Chalm. y Berg.

Sao hispanica, Rud. y E. Richter, in Litt.

Agraulos ceticephalus, Barrande.

Agraulos n. sp.

Ptycoparia cf. striata, Emmerich.

Los especialistas Rud. y Richter, que han estudiado los fósiles, opinan que la *Sao hispanica* se presenta también en el Sur de Francia, acompañando a una fauna que en parte es idéntica y en otra muy próxima a ella, es decir, que las capas de Villafeliche son sincrónicas con las de *Paradoxides mediterraneus*, en la Montaña Negra.

El geólogo A. Wurm (1928) ha encontrado cerca de Lippertsgrün, en el Frankenwald, *Conocoriphe heberti* y *C. coronata*, y como las relaciones entre el Cambriano español y el de Bohemia ya estaban señaladas, se viene a deducir que el mar del Cambriano medio en Europa tenía correlación en Escandinavia, Bohemia, Alemania, Francia y España.

Cambriano superior

Comprende dos términos llamados: Capas de Jiloca, el inferior, y Capas de Ateca, el más alto; en el cuadro de la serie del Jiloca, de Lotze, figuran con los números 6 y 7. Todo el Supracambriano es arcillo-arenoso, y la serie de sus estratos se divide en dos secciones, atendiendo a su contenido en fósiles: la división inferior comprende huellas de *gusanos* y otros animales inferiores (Capas de Jiloca), mientras que la superior es rica en *lingulidos* y *braquiópodos*, que colman algunos bancos (Capas de Ateca).

Paleontológica y litológicamente, es evidente la homotaxia de este piso del sistema con el homólogo de las formaciones galaico-asturianas (Capas de Ribadeo), establecido en 1922 en los *Hierros de Galicia*.

Capas de Jiloca, número 6. — El grupo inferior (6) tiene 200 metros de potencia empezando por una cuarcita de 30, y sobre ella cuarcitas delgadas y pizarras con pistas y *ripple-marks*. El término superior 6' tiene de 200 a 250 metros y ya en sus estratos pizarrosos y bien fisibles, escasean los fósiles problemáticos.

Las *pistas*, *anelidos* y quizás *algas*, que abundan en la parte baja de las Capas de Jiloca, ya eran conocidas y estaban participadas por los geólogos españoles (Palacios, Azpeitia), habiendo recogido nosotros, atribuyéndolos al Cambriano superior, los *bilobites* más pequeños que conocemos, pues entre los dos plexos no tendrán más de tres milímetros de anchura (Valconchán) (1).

Capas de Ateca, número 7. — Con este nombre abarca Lotze el término más alto del Cambriano aragonés; esta serie potente de más de 1.500 metros, se compone de ocho tramos en los que se ven alternados horizontes cuarcitosos y pizarreños en la disposición y potencia del cuadro que damos a continuación:

γ)	Capas superiores de Ateca . . .	} γ ₂ Siempre pizarras con areniscas que se van extinguiendo. γ ₁ Cuarcitas.
β)	Capas medias de Ateca	
α)	Capas inferiores de Ateca . .	} α ₄ Pizarra superior. α ₃ Cuarcita superior. α ₂ Pizarra inferior. α ₁ Cuarcita basal.

Las Capas de Ateca, principalmente entre esa población y Alhama, constituyen la parte principal de los montes en la rama occidental cortada normalmente por el Jalón. En diferentes niveles, y de modo profuso, contienen *lingulidos* como

(1) También lo hemos visto escrito Balconchán.

únicos fósiles, razón por la cual, y por su colocación estratigráfica por bajo de la cuarcita siluriana, es por lo que Palacios y Azpeitia, primero, y ahora Lotze han referido todo este piso al horizonte del *Olenus* de Inglaterra, denominado gráficamente de las formaciones de *Lingula-flags*.

Ya desde el término inferior (cuarcita basal α_1) se encuentran las *lingulas* en los bancos de arenisca micácea y en las pizarras; se puede precisar la *Lingulella* cf. *davisii*, M'Coy, forma típica del Cambriano superior. Dereims no encontró los fósiles, tan insistentemente indicados por Palacios, y clasificó las Capas de Ateca como «cuarcitas armóricanas», de las que se diferencian bien. Sigue el término llamado « α_2 Pizarra inferior», con 400 metros de potencia y un rasgo muy característico con los banquitos delgados y muy repetidos de cuarcita, tan típicos en todo el postdamiense ibérico: Asturias, Galicia, Sierra de la Demanda, Extremadura, etc., facies que tan acertadamente califica Haug contestando a una consulta de Dereims:

«Ces assises présentent avec de Flysch des Alpes les plus grandes ressemblances et M. Haug m'a fait remarquer qu'il existe entre les deux formations, identité d'aspect et d'empreintes.» Y, en efecto, es en estas jacillas donde se encuentran los *hieroglifidos* del postdamiense, con el dato empírico, según nosotros, de ofrecerse las *pistas* y *algas* conforme a la estratificación y no en perforaciones normales a los estratos (1).

En el resto de las alternancias de cuarcitas y pizarras inferiores no se encuentran fósiles. En las capas medias y después de una cuarcita de 20 a 30 metros algo semejante a la armóricana, se ofrecen 100 metros de potencia de pizarras arcillosas en las que Dereims encontró huellas de *Acidaspis buchi*, atribuyéndolas al ordoviciense; los fósiles principales son *bra-*

(1) Véanse «Fósiles de Galicia». *B. T. G. E.*, tomo XVI, 2.^o-5.^o, página 278.

quiópodos, tan frecuentes en la parte alta del postdamiense gallego; Lotze, fundándose en el mismo argumento paleontológico se decide por el supracambriano del mismo modo.

Las capas superiores de Ateca se dividen en dos tramos: Horizonte inferior arenoso con muchos *braquiópodos* sin charnela, especialmente *lingulidos*, y las pizarras blancas micáceas, verdosas y bien exfoliables, que tendrán varios centenares de metros de espesor con restos de *moluscoïdes* cementados con óxidos de hierro que también se ofrece en finas capas. Por fin deseo acentuar la presencia, en la parte más alta de la serie, que es también la de las colinas, la ocurrencia de areniscas y cuarcitas con *huellas de reptación de anelidos* u otros seres inferiores, es decir, homotaxia con las *Cruzianas* planas que encontramos para Galicia.

Como enlace con el Siluriano parece estar un conglomerado indicando alguna discordancia y posible hiato, pero que no ha de ser grande a juzgar por las potencias del Postdamiense y de la cuarcita armóricana.

Relación entre los dos cortes cambrianos

Por razones litológicas y otras escasas paleontológicas, trata Lotze de enlazar las dos series del Jalón y el Jiloca formando el cuadro completo que damos, con la advertencia, que ya hicimos al fin de la serie del Jalón, de que los dos cortes se encuentran separados y es peligroso, sin argumentos de fauna definitivos, paralelizar los distintos tramos apoyándose en hiladas que, como es tan frecuente en estas formaciones de geosinclinal, se anulan en lentejones o se ofrecen en horizontes múltiples.

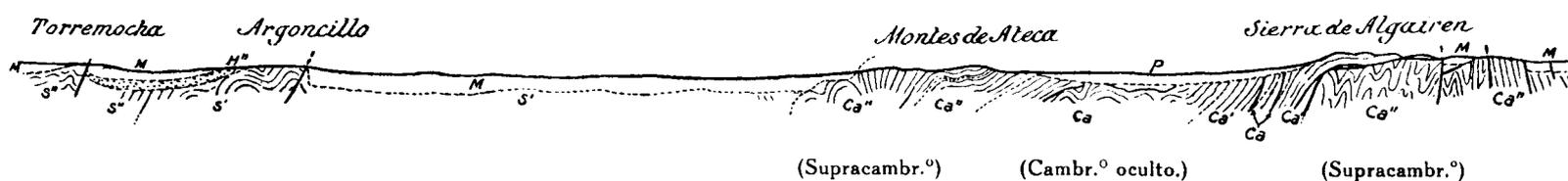
Serie completa de las Cadenas Ibéricas.

- | | | | | | | | |
|-----------------|-----------------|--------|---|--|---|-----------|--|
| RAMA OCCIDENTAL | Supracambriano. | JILOCA | 13. Capas superiores de Ateca, ca. 700 m. (<i>Lingulas</i>). | Huellas planas, <i>Braquiópodos</i> , <i>lingulas</i> , <i>Lingulella</i> cf. <i>davisii</i> . | | | |
| | | | 12. Id. medias de Ateca, ca. 450 m. (<i>Samitas</i>) | | | | |
| | | | 11. Id. inferiores de Ateca, ca. 1.000 m. (<i>Lingulas</i>). | | | | |
| | | | 10. Id. superiores de Jiloca, ca. 250 m. (azules) . . . | | | | |
| | | | 9. Id. inferiores de Jiloca, ca. 200 m. (<i>Tigilites</i>) . . | | Huellas, <i>tigilites</i> . (No típicos.) | | |
| | | | 8. Id. de Villafeliche, ca. 250 m. (verdosas). <i>Paradox.</i> , <i>Conocorypheos</i> , <i>Sao</i> , <i>Agraulos</i> , <i>Ptychoparia</i> . | | | | |
| | Mesocambriano.. | JALÓN | Superior | 7. Margas de Murero, ca. 200 m. (gris azuladas), <i>Agnostus sallesi</i> , <i>Agraulos</i> , <i>Olenopsis</i> , <i>Paradox</i> , <i>mureoensis</i> , Rud. y Richter in Litt. (Los <i>Conocorypheos</i> los supone superiores.) | | | |
| | | | | 6. Cuarcita de Daroca, ca. 120 m. (grawakas blancas). Capita de concha de <i>Volborthella</i> que hace incluirse en el Georgiense (<i>Styliolas?</i>). | | | |
| | | | | 5. Pizarras de Huérmeda, ca. 80 m. (verdes con biotita) | Formas confusas de <i>trilobites</i> (<i>Ptychoparia ribotana</i> , n. s. in que se refiere al Infracambriano alto. (Dudosos.) | | |
| | | | | 4. Dolomía de Ribota, ca. 90 m. { <i>Agraulos</i> { Litt. }
<i>Hiolites</i> { Rud. y Richter al Infracambriano alto. (Dudosos.)
<i>Volborthella?</i> n. s. } (No hay <i>Paradox.</i>) | | | |
| | | | | Infracambriano. | JALÓN | Inferior. | 3. Capas abigarradas del Jalón, ca. 300 m. |
| | | | | | | | 2. Capas de Embid, ca. 350 m. (tono aceitunado). <i>Tigilites</i> y formas planas. (No característicos.) |
| | | | | | | | 1. Cuarcita de Bámbola, más de 300 m. |

EL CAMBRIANO EN ESPAÑA

LÁM. IX

CORTE DE LOS MONTES CELTÍBEROS (ARAGÓN - LOTZE)



SO.

NE.



- | | | |
|-----------------|--------------|-----------------|
| (Postdamiense.) | (Acadiense.) | (Postdamiense.) |
| P. | | |
| M. | | |
| H. | | |
| S. | | |
| S. | | |
| Ca''. | | |
| Ca'. | | |
| Ca. | | |

La fauna más antigua, después de los *tigilites* planos de las capas inferiores, corresponde a las dolomías de Ribota y se caracteriza por una especie de *Agraulos* y *Ptychoparia* u *Olenopsis* n. sp. Rud. y E. Richter, sin aparecer todavía los *Paradoxides*.

En las partes altas de las margas de Murero se presenta una segunda fauna que, en consonancia con la primera, es rica en formas de los géneros *Agraulos* y *Olenopsis*, pero contiene también, como representante del Cambriano medio, el *Paradoxides mureroensis* n. sp. Rud. y E. Richter in Litt.

La tercera zona de fauna está representada en las capas más altas de Murero y las bajas de Villafeliche, siendo el fósil característico el *Paradoxides barrandei* de Barrois y un gran predominio de especies de *conocorypheos*.

En el Cambriano no se han encontrado *trilobites* más modernos y la fauna parece representada de modo exclusivo por *lingulidos*.

Además de las grandes manchas cambrianas al NE. y al SO. de Calatayud, hay otros cuatro isleos mucho más pequeños, casi unidos a los anteriores, algunos de los cuales ya fué señalado por Palacios, habiendo sido modernamente puntualizados por Lotze:

- 1.º Cercanías de Badules, al Oeste de Daroca.
- 2.º Entre Mainar y Paniza.
- 3.º Parte Norte de los montes de Ateca, al Norte del Jalón.
- 4.º Alrededores de Jarque, Mesones y Borobia.

1.º La mancha de Badules, bien marcada por Palacios, fué más precisada paleontológicamente por Dereims, quien recogió en ella:

Paradoxides rugulosus, Corda.

Paradoxides sp. del grupo *P. rugulosus*, Corda.

Conocoryphe sulzeri, Schl., sp.

Conocoryphe heberti, Mun.-Chalmas y Berg.

Conocoryphe coronata, Barrande.

Sclenopleura riberoi, Barrande.

La fauna se manifiesta idéntica a la más reciente de Murero y Villafeliche en los distintos sitios en que se ofrece, y en uno de ellos llevan encima capas muy ricas en huellas de reptación. Parecen, pues, representadas en Badules capas desde el Cambriano medio y superior, desde las primeras capas de *trilobites* de Murero y Villafeliche a las inferiores del Jiloca; disposición ya señalada por Palacios. El conjunto, bastante denudado, está cubierto por el Mioceno.

2.º Entre Mainar y Paniza.

Es una manchita ya antes considerada como siluriana y que realmente se encuentra en el límite stratigráfico, pues, compuesta de pizarras y cuarcita en pliegues complicados, contiene *lingulidos* y *tigilites* en las tongadas de areniscas pizarrosas a las que se superponen cuarcitas con *Scolithus* del Siluriano inferior.

3.º Cambriano de Ateca.

En realidad aquí no se trata de isleo nuevo, sino de yacimientos de fósiles descubiertos en un corte de los montes de Ateca y que permiten comprobar la serie stratigráfica; capas abigarradas del Jalón, dolomía de Ribota, pizarras de Huérmeda, cuarcita de Daroca, etc., con las faunas acadiense, *pistas* y *lingulas*.

4.º Cambriano cerca de Jarque y Borobia (Mesones).

Del mismo modo este isleo es prolongación occidental del que arrancando en Calatayud, y marcado como paleozoico desde antiguo, se reduce a nuevos afloramientos, con fósiles, dentro de las corridas generales, por lo cual no presenta otro mérito su señalamiento que el de la escasez que, en general, presentan estos yacimientos fosilíferos, pero que no lo son tanto en la prolongación de las capas, y en confirmación, tene-

mos en las colecciones del Instituto Geológico ejemplares de fauna primordial y *pistas* y *lingulas* de parajes nuevos descubiertos por mis maestros Palacios, Azpeitia, y por mí mismo. Los horizontes, comprobados de modo fehaciente, son siempre los mismos: Cambriano medio (dominando la fauna alta) y Postdamiense con sus horizontes de *pistas*.

Los tramos señalados en toda la serie tienen gran constancia en su presentación a lo largo y únicamente ofrecen variaciones locales de potencia.

En resumen, se comprueba el Cambriano con una potencia de unos 4.000 metros y tres secciones principales: una inferior, predominantemente arenosa, otra media con abundancia de margas y otra superior arcillo cuarcitosa bien tableada; entre las tres comprenden toda la serie del sistema; así, en el valle del Jalón, se encontró una fauna que Lotze supone corresponder a la parte alta del Cambriano inferior, y por consiguiente, los estratos situados por bajo de ella, hay que atribuirlos a la base del sistema (1).

El Acadiense es muy fosilífero, rico en *Paradoxides* y *Conocorypheos* principalmente repartidos en dos zonas, y por fin, en el Cambriano superior se encuentran las abundantes *pistas* y los *lingulidos* presentados con profusión (*Lingula-flags*).

Sin decidirnos a más crítica de los estudios de Lotze que la hecha en el extracto anterior y reservando una revisión disciplinada para después de una nueva visita al terreno, deseamos hacer una indicación sobre el cuadro general del sistema cambriano.

Lo compone de dos series: la inferior del Jalón y la superior, la que llama del Jiloca, con las capas de Ateca, que siempre se han tenido como postdamienses; ambas series no se

(1) La fauna consiste en: *Ptychoparia? ribotana* n. sp. Rud. y Rich. in Litt.; *Agraulos*, *Hiolites* y *Volborthella?*, es decir, dudosa.

En cuarcitas tiene *tigilites* planos.

encuentran en columna estratigráfica más que en el cuadro, pues sobre el terreno están separadas por el llano terciario de Calatayud, según indicaciones en los esquemas, plano y corte que damos en el cuadro.

El examen atento de la fauna citada como georgiense, demuestra falta de seguridad en la apreciación, puesto que se funda en dos géneros dudosos: *Ptichoparia* y *Volborthella*, y otros dos no determinantes del piso inferior: *Hiolites* y *Agraulos*. Encima descansan las capas de Villafeliche y Murero, con la fauna clásica acadiense, y por fin, en los extremos, base del Georgiense y parte alta del postdamiense, se encuentran capas cuarcitasas y psamíticas con *tigilites* y formas planas que tan frecuentes son en el Cambriano superior, de modo que en síntesis, la fauna acadiense, en calizas y margas, como es la clásica en este piso del sistema, se encontraría comprendida entre dos haces de capas postdamienses que podrían corresponder con el anticlinal del corte esquemático, completándose la idea con los sendos isleos silurianos que a Norte y Sur tocan con las ramas supracambrianas del supuesto pliegue y con sus estratos ordovicienses de la base prolongarían la serie estratigráfica en ambos sentidos NE. y SO.

Los datos seguros para este supuesto son: fauna primordial de Murero; postdamiense de Ateca y ordoviciense de las dos sierras que limitan la cuenca de Calatayud; todos ellos conocidos de los antiguos geólogos españoles, figurando como elemento nuevo y en nuestra opinión algo litigioso el Georgiense de Lotze, en la serie del Jalón.

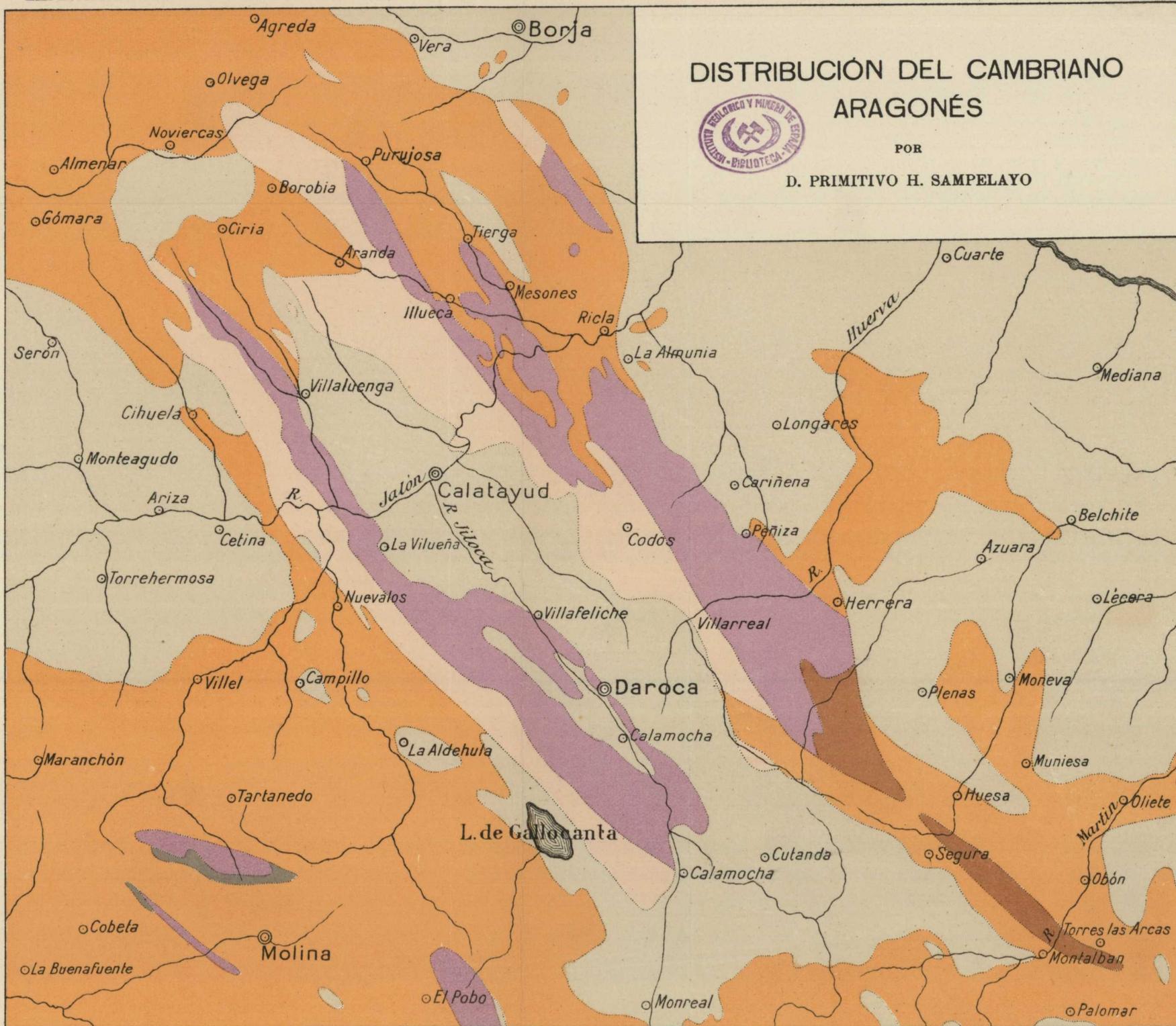
Comparación del Cambriano celtibérico con el mismo terreno en el resto de España. — Para la comparación de este Cambriano con el resto de España, supone las tres zonas principales en que domina este terreno: 1.ª, la Cordillera Cantábrica; 2.ª, límite entre Asturias y Galicia, y 3.ª, Sierra Morena.

Dentro de la provincia de Asturias se conoce el Cambriano

DISTRIBUCIÓN DEL CAMBRIANO ARAGONÉS



POR
D. PRIMITIVO H. SAMPELAYO



EXPLICACIÓN

- Cuaternario
- Terrenos mesozoicos
- Carbonífero
- Devoniano
- Siluriano
- Cambriano

entre Grado y Belmonte, donde fué descubierto por Casiano de Prado (1860) y estudiado en detalle por Mallada y Buitrago (1878), Nery Delgado (1879) y Barrois (1882), y como Lotze no conoce estudios posteriores (Adaro, Sampelayo), razona suponiendo que la base de la formación son las calizas acadienses con horizontes ferríferos encima, soportando pizarras margosas micáceas de color verde gris con *Paradoxides pradoanus*, Vern. y Barr.; *Conocephalites ribeiroi*, Vern. y Barr.; y *Trochocystites bohemicus*, y sobre este tramo se coloca un tramo de pizarras arcilloarenosas que pasan a samitas, areniscas y cuarcitas, y serían los depósitos idénticos con los intermedios entre la fauna primordial y la siluriana en el resto de España.

Lotze supone que las calizas típicas fosilíferas (él llama margas al conjunto) se pueden equiparar a las capas altas de Murero y a las de Villafeliche, y no hay tal parecido, pues los fósiles asturianos y leoneses, o están mineralizados en una caliza rosácea muy potente o en pizarra verde (Boinás, Tineo, etc.) que no tiene semejanza con las pizarras y margas calcáreas de Aragón. En lo que desde luego puede haber homotaxia, en cierto modo, es en los tramos supracambrianos, pues siempre se encuentran las cuarcitas delgadas y samitas con *tigilites* antes de la armoricana, debajo de la cual y casi en contacto, es frecuente encontrar las *lingulas*, pero en cambio en ningún sitio del NO. de España ni de Portugal he podido apreciar la riqueza en *pistas* que ofrecen los estratos aragoneses en Balconchán, por ejemplo.

La comparación que Lotze intenta entre el Cambriano celtibérico y el asturiano resulta deplorable por apoyarse en los datos de Barrois medianamente observados.

Lo único de común son las mismas especies de la fauna acadiense mineralizadas en Asturias en arcillas pizarreñas colocadas sobre la caliza de La Vega (hoy Vegadeo), la cual

tiene un solo horizonte y ninguna dolomía; como término inferior están las pizarras sericíticas con delgadas calizas de Castropol, y como término superior a las calizas de La Vega corresponden las verdaderas samitas y cuarcitas feldespáticas de Ribadeo, que no tienen nada que ver con las pizarras del mismo nombre que Barrois hace figurar en el Precambriano; el término más semejante a los del Cambriano celtibérico es el postdamiense de ambas orillas del Eo.

Conglomerado no hay ninguno, ni en la parte alta del Cambriano, ni en la base del Siluriano.

Para hacer la comparación entre los Cambrianos de Andalucía y Aragón, toma las descripciones de Macpherson que, exactas en algunos sitios, no se pueden generalizar. Supone el Cambriano descansando en discordancia sobre granitos y micacitas del Arcaico con un conglomerado basal de cantos rodados de granito, cuarzo y rocas diabásicas verdes; encima tiene una serie de grawakas, areniscas y pizarras que van pasando a la serie caliza muy extensa y de niveles múltiples que no se parece en sus facies ni a la caliza rosada de la cordillera, ni menos a las dolomías, margas y calizas de Zaragoza; esta caliza figura para Macpherson como el término más alto de los representados en el sistema andaluz, pero otros autores y nosotros mismos hemos podido comprobar encima una formación muy potente de pizarras y calizas que pasan a filadidos verdosos con señales de *Pteropodos* y que podrían ya referirse al Supracambriano (Bembezar), es decir, que el postdamiense podría estar representado, pero sin guardar parecido con los de Aragón y NO. de España.

En cuanto a la colocación cronológica de los *Archoeocyathus*, se ha oscilado en los supuestos desde el Cambriano superior por Macpherson (1880) al Mesocambriano bajo por Hernández-Pacheco (1918); en 1927, Rud. y E. Richter, conducidos por Carbonell, clasificaron en pizarras de facies aca-

diense del Sur de Francia y junto a las calizas un *flocarido*, el *Isoxys carbonelli*, que, según sus autores, encuentran parecido con otra especie del mismo género en el Cambriano medio de Norteamérica (1), dato que contribuye a la suposición de la edad mesocambriana para los *Archoeocyathos*. En realidad, y no estando sincronizadas la fauna primordial y la de *Archoeocyathos* en una misma serie estratigráfica, resultan puramente imaginativas las presunciones que se hagan al paralelizar ambas series: celtibérica y sevillana.

En resumen, sobre el Cambriano inferior mal establecido, no se pueden hacer deducciones.

El término que podría generalizarse sería el margo calizo de la fauna acadiense, y, en cambio, al tratar del postdamiense el geólogo Sr. Lotze sufre el error de suponer rudimentarias las formaciones de *tigilites* y *lingulas* por desconocimiento del Cambriano de la Península, pues el piso superior lo hemos apreciado, no solamente en Galicia y Asturias, sino en Portugal, Extremadura y en la Sierra de la Demanda.

Modificación de las manchas

Mallada y los mapas españoles hasta ahora marcaban: la mancha de Daroca, que se puede suponer comprendida desde Ateca a Calamocha; otra pequeña, próxima y al SO., en Nuévalos, y en la rama NE. del paleozoico solamente la pequeña de Badules. Las modificaciones principales han consistido en

(1) Walcott lo figura en el Georgiense o infracambriano.

fundir la mancha de Doroca con la pequeña de Nuévalos, corriéndolas a todo lo largo del paleozoico de la rama SO., en la que apenas queda señalado un pequeño isleo siluriano al Sur del borde occidental; en la rama NE. supone que toda la cordillera de Herrera y Algairén se compone de postdamiense con borde georgiense a lo largo de la cuenca de Calatayud y escasos isleos acadienses, conservándose sólo como siluriano el de Herrera a la Paniza, es decir, que en la rama oriental de este paleozoico aragonés se han invertido los términos en las representaciones gráficas del Cambriano a Siluriano y la escasa mancha mesocambriana de Badules se ha incorporado al Cambriano, que pinta toda la antigua rama siluriana, no quedando más que la mancha de Herrera, como apoyo del Devoniano y recuerdo de la totalidad siluriana hasta ahora representada.

Notas de ampliación

(RECTIFICACIÓN)

(Valconchán, Tobed y La Demanda)

Damos a continuación algunas notas nuestras sobre el Cambriano aragonés que implican pequeñas modificaciones y tienen aquí su lugar apropiado.

Una de las observaciones se refiere a la Sierra de la Demanda, donde hemos encontrado perfectamente manifiesto el postdamiense con *lingulas* y *tigilites* en concordancia con el infrasiluriano; insertamos la nota por orientar al lector en cuanto a la disposición relativa tectónica de todo el paleozoi-

co, advirtiendo la identidad entre el Supracambriano aragonés (Balconchán) y el riojano de La Demanda, con los mismos *braquiópodos*, tramos de samitas y cuarcitas delgadas y horizontes ferruginosos de oligisto.

La continuación y corte de La Demanda y San Lorenzo, lo incluiremos en el Siluriano de estas sierras, su cuadro natural, puesto que hasta ahora no hemos encontrado restos orgánicos absolutamente característicos del Cambriano.

Cambriano de Valconchán (1)

Desde Valconchán hasta los altos de la Sierra de Used, al SO., se puede apreciar un corte en el que se distinguen arcillas inferiores, prolongación de las de Villafeliche, con las calizas de Daroca superpuestas en una gruesa hilada; sobre este tramo, que sin duda representa el Cambriano medio, se coloca una serie detrítica de pudingas y grawakas con *lingulas* grandes, bastante redondas, semejantes por completo a las encontradas en el horizonte homólogo de la Sierra de la Demanda (Ventrosa, Canales), sigue luego ascendiendo estratigráficamente un tramo de samitas y pizarrillas silíceas con pistas muy variadas (en festón o muy punteadas a los lados); en este nivel es donde he recogido las *Cruzianas* (?) más pequeñas que conozco en el paleozoico, pues no exceden de tres milímetros de ancho entre los dos plexos. Desde este punto (Valconchán), subiendo hacia la Sierra de Used y con el rumbo NO., se va levantando el tramo de cuarcitas y samitas flexuosas con *nereites* y *lingulas* que, en unión de las pis-

(1) Lo escriben indistintamente, Valconchán o Balconchán.

tas (Fuente de San Pascual), marcan perfectamente el cuadro sintomático del postdamiense español (C-4 de Galicia).

Encima se yuxtapone un tramo de losas, unas veces azuladas y enteras y otras quebrantadas con distintas facies, entre las que se encuentran filoncillos de oligisto y cuarzo, formando como un horizonte ferruginoso que por su hidroxidación da un tono rojizo de lejos al Cambriano, que contrasta con el pardo del Siluriano.

Este nivel ferruginoso irregular, que a veces toma aspecto y potencias de carácter industrial (1), es sumamente característico y se encuentra del mismo modo en el NO. de España y en La Demanda.

Por fin y encima de cuarcitas y pizarras con *Scolithus* perforantes y alguna *Cruziana* (C-6 de Galicia) se colocan las cuarcitas de entrada del Siluriano.

La disposición tectónica parece un gran anticlinal de la región de Santed (buzamiento SO.) a la de Valconchán (buzamiento NE.). Como dato paleontológico empírico los *tigilites* y *foralites* planos según los lisos de la estratificación son cambrianos y ordovicienses los perforantes o normales a los estratos y las *Cruzianas*.

Libreta de Tobed

En el corte de Calatayud por Paracuellos a las sierras de Vicor y Algairén se puede comprobar que el postdamiense, con cuarcitas delgadas, flexuosas, y con *algas*, *pistas* y *tigilites* bien marcados contiene una delgada caliza, junto a la cual se

(1) Las minas de Tabuena parecen tener su lugar geológico en la unión del Permiano con el Cambriano.

colocan cuarcitas con muchos *Scolithus* perforantes y *Cruzianas* planas (Rambla de Trascas, Los Abuelos) quedando las cuarcitas ordovicienses en la parte alta dispuestas en sinclinales colgados como se ve en corte de Oeste a Este entre la Venta del Hondo y el barranco de Aluenda en anticlinal de pizarras.

Nuestra afirmación concreta es que el Siluriano de Algairén, limitado hacia Paniza por el Sr. Lotze, se prolonga hacia el NO., siguiendo los plegamientos, hasta terminar las sierras de Algairén y Tobed; podemos suponer que los terrenos son: anelidiano inferior y Arenig cuarcitoso, con algunas pizarras de Llandeilo.

En el extremo occidental de La Demanda, hacia la salida del Arlanzón se encuentran pizarras y cuarcitas delgadas con buzamiento dominante al SO. en las que hemos encontrado *tigilites*, alguna *lingula* y *Cruzianas planas* que caracterizan al Cambriano superior.

Consideramos de interés dar a conocer los resultados de un estudio que hicimos en el Cambriano de Juarros (1927), para la fijación de un sondeo y del cual se desprende la posición tectónica y estratigráfica en la relación de unos terrenos con otros.

Las consecuencias eran:

1.^a Las tres manchas carboníferas de Juarros, Alarcía y Pineda, son de la misma formación y han estado unidas anteriormente, hecho ya reconocido por varios geólogos, siendo la de Juarros la principal, que se oculta bajo el secundario.

2.^a Hay una gran discordancia angular entre los depósitos carboníferos, que buzán de un modo dominante al Oeste, y los cambro-silurianos, que echan preferentemente hacia Oriente.

La mayoría de la flora se refiere al estefaniense y por consecuencia parece referirse a una cuenca de desborde transgresivo.

3.^a Las formaciones triásicas y carboníferas están en absoluta concordancia. El Triás, completo desde arriba, consta de caliza cavernosa, tramo de margas y yesos y tramos de areniscas basadas en una pudinga; debajo de este almendrón, entran capas que atribuimos al permiano hasta el segundo nivel de gonfolitas (no siempre presentes); debajo de las areniscas alternan éstas con las pizarras y otras tres o cuatro capas de carbón, siendo francamente estefaniense la flora de este tramo, que termina con la gonfolita inferior y areniscas violadas.

El espesor total del Triás y Carbonífero quizás llegue a 800 metros. La mayoría de las veces faltan los tramos altos del Triás, excepto en el recubrimiento occidental de la mancha de Juarros.

4.^a Aun cuando el predominio de los fósiles nos lleva a considerar los depósitos como del Carbonífero superior, la flora podría incluirse en sedimentos hulleros inferiores, y en Alarcia y en Salguero hemos encontrado *Antracosia*, *Productus* y *spirifer*, que hablan a favor de las referencias dinantienses ya indicadas por Verneuil, y después por Patac con las *fusilinas*, que también hemos encontrado nosotros; debajo del Carbonífero, entre Alarcia y Valmala, hemos visto también una caliza con *crinoides*, que dudamos si referir al devoniano, apuntando la idea por si se pueden ir completando observaciones a favor de series estratigráficas más completas, aunque sean exiguas, de los terrenos presentados.

5.^a Las cuarcitas y pizarras inferiores al Carbonífero no siempre son silurianas, sino que en Peña Palomera hemos podido determinar *Tigilites pomeli* y *Cruzianas* planas. (Schulzi? o *Montpeliensis* del postdamiense o Cambriano superior.)

Bibliografía de la Demanda

1840. — «Reseña geognóstica y minera de una parte de la provincia de Burgos», por D. FELIPE NARANJO.—Tomo II. *Anales de Minas*.

1853. — *Coup d'oeil sur la constitution géologique de plusieurs provinces de l'Espagne*.—DE VERNEUIL et COLLOMB.

1873. — «Datos geológicos mineros de la provincia de Burgos», por D. MARIANO ZUAZNAVAR.—*B. del I. G. de E.*

1876. — Memoria inédita, por D. MANUEL ABELEIRA.

1877. — *Apuntes para una descripción fisicogeológica de las provincias de Burgos, Logroño, Soria y Guadalajara*, por D. MANUEL DE ARANZAZU. — *B. de la C. del M. G. de E.*

1884. — «Breve noticia acerca de la geología de la provincia de Burgos», por D. RAFAEL SÁNCHEZ LOZANO. — *B. de la C. del M. G. de E.*

1893. — «Note sur la constitution géologique de la province de Burgos», por M. LARRAZET. — *Bulletin de la Société Géologique de France*.

1894. — «Notes stratigraphiques et paléontologiques sur la province de Burgos».—M. LARRAZET. — *B. de la Soc. G. de F.*

1895. — *Recherches géologiques sur les régions orientales de la province de Burgos et sur quelques pointes des provinces d'Alava et de Logroño*.—M. LARRAZET. — Tesis del Doctorado.

REGIÓN CENTRO

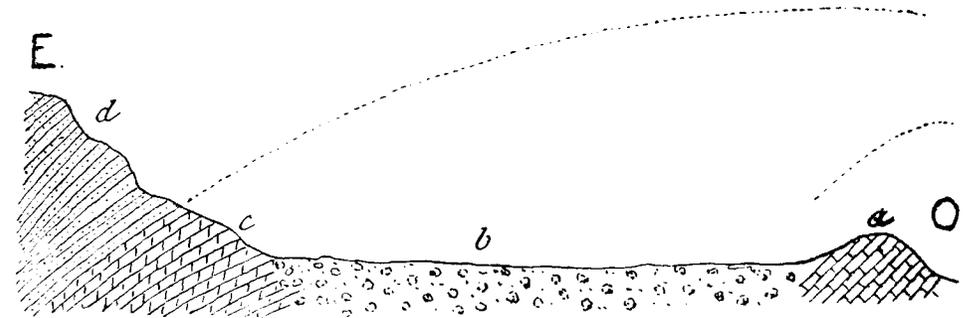
El único afloramiento fosilífero está en la provincia de Ciudad Real y es el isleo de Malagón, referido a los Montes de Toledo en las publicaciones de Casiano de Prado y en las francesas posteriores.

En el borde oriental de la gran mancha paleozoica de los Montes de Toledo y Extremadura se suceden, orientados de Levante a Poniente, valles planos paralelos: Porzuna, Cortijos de Malagón, Urda, etc., en los cuales parecen descubrirse anticlinales cambrianos demostrados, de modo deductivo, por la frecuente presencia en los altos de la cuarcita de *Cruzianas*, sobre las areniscas y pizarras verdosas y algo micáceas de los tramos inferiores. Sólo en uno, en el valle de los Cortijos de Malagón, a unos 25 kilómetros al NO. de Fuente el Fresno se encontró por Casiano de Prado (1855) una arenisca amarillenta parda con restos de *trilobites* (1) que, estudiados

(1) En el pequeño afloramiento de los Cortijos de Malagón, Prado recogió los primeros fósiles, sin precisar su sentido, en 1845. Los fragmentos de *trilobites* están quebrantados en la masa de la roca, no habiéndose encontrado enteros sino las cabezas de *Ellipsocephalus*, de Prado, contrastando con los *trilobites* completos de la segunda fauna que se encuentran cerca.

Los fragmentos de *Ellipsocephalus* de Malagón hicieron suponer a Verneuil y Barrande la existencia de la fauna primordial de Bohemia en España, sin que lo decidiesen de modo absoluto. — *B. S. G. F.*, tomo 17, 2.^a serie, pág. 525.

CORTE DE MALAGÓN, SEGÚN PRADO



- a Capas de arenisca con *Ellipsocephalus* buzando de 40 a 50°.
- b Diluvium.
- c Arenisca grisácea, colmada de pequeños fucoides paralelos o perpendiculares (?) a las capas, las cuales casi horizontales se van levantando como la arenisca a.
- d Cuarcitas de *Bilobites* como en Almadén buzando fuertemente al E.

por Barrande, se clasificaron como *Ellipsocephalus Pradoanus* y fueron incluidos en la fauna primordial, por comparación con los géneros semejantes determinados en yacimientos de Europa (Bohemia), argumento reforzado débilmente después (1879) por Cortázar, logrando el vaciado de una concha pateliforme muy parecido a un *Capulus* de la fauna primordial de Sabero, no conociéndose ninguna otra clase de restos con posterioridad, de modo que esta meritoria y primera demostración de la fauna cambriana en España es de relativa debilidad, no sólo por la escasez de restos, sobre los cuales se fundó una especie nueva, sino por su mediana conservación en una arenisca desmoronable y particularmente por el aislamiento de sus restos orgánicos no vueltos a encontrar y no sincronizados con los conocidos en otros isleos de la fauna primordial (1).

En confirmación de nuestro juicio se pueden citar las palabras de Barrande en la nota: «État actuel des connaissances acquises sur la faune primordiale», par M. Barrande. (*Bull. S. G. France*, t. XVI, 2^e sér., año 1852).

«En Espagne, malgré les longues recherches de MM. De Verneuil, Collomb, de Lorière et autres savants, nous ne connaissons encore aucune formation qui représente d'une manière certaine la faune primordiale. Cependant, M. Casiano de Prado, dont le zèle pour la science et les fructueuses recherches paléontologiques sont déjà bien connues, a découvert, il y a peu d'années quelques fragments de la tête d'un Trilobite, qui semble appartenir au genre *Ellipsocephalus*, très caractéristique de la faune qui nous occupe. Ces fragments ont été décrits et figurés dans un travail que nous avons fait avec M. De Verneuil sur les fossiles paléozoïques de l'Espagne (*Bull.*, 2^e sér., vol. XII, 1855). Si les apparences de ces fossiles ne nous trom-

(1) Se conservan en el Instituto Geológico.

pent pas, la faune primordiale existerait en Espagne, aux environs de Cortijos de Malagón; mais nous sommes loin de considérer ce fait comme hors doute, et nous croyons au contraire devoir attendre des documents plus positifs, pour l'admettre et toute sécurité.»

El corte de Casiano de Prado, numerándolo desde las capas inferiores a las superiores:

1. Capa de arenisca amarillenta con alguna mica blanca y cristallitos de piritita, en la cual se encontraron los restos de *Ellipsocephalus*.

2. Arenisca grisácea con *fucoides* y *scolithus?* paralelos o normales a las capas.

3. Cuarzitas con *Cruzianas*, base del Siluriano que confirma el supuesto anticlinal cambriano.

Sin que iniciemos discusión sobre la cronología de los restos debemos llamar la atención sobre su colocación tan inmediata al Ordoviciense y su moldeado en areniscas psamíticas más comunes del postdamiense que del tramo medio, casi siempre en calizas, con la disposición del valle de Urda.

Literalmente la leyenda del corte dice así:

a) Capas de arenisca con *Ellipsocephalus*, dirigidas de Norte a Sur y buzando de 40 a 50 grados.

b) Diluvium.

c) Areniscas grisáceas llenas de pequeños *Fucoides* paralelos o perpendiculares a las capas; éstas, primero casi horizontales, se elevan poco a poco en el mismo sentido que las areniscas, a.

d) Cuarzitas con *Bilobites* como las de Almadén, buzando fuertemente al Este.

ANDALUCÍA

En 1878 se publicó por Macpherson el descubrimiento del *Ethmophyllum* o *Archæocyathus Marianum*, clasificado por Roemer ante su identidad con los restos análogos encontrados en Cerdeña, demostrándose de este modo el cambriano paleontológicamente, aunque no sincronizado con la fauna primordial del Norte.

El encuentro de los dos ejemplares se efectuó en la parte septentrional de la provincia de Sevilla, cerca y al NE. del Pedroso, en las calizas que llegan a orillas del Huesna en el paraje nombrado Campayar.

No obstante la escasez de restos orgánicos, es tal la abundancia de corridas de calizas y su homotaxia litológica que, desde el momento del descubrimiento, se generalizó la clasificación cambriana a todos los isleos semejantes.

En uno de los cortes del Sr. Macpherson, entre Malcocinado y la Sierra del Agua, se aprecia una discordancia entre las pizarras micáceas, que sin duda corresponden al arcaico, y los estratos del sistema cambriano, los cuales con frecuencia se les ve descansar sobre el granito.

Las hiladas más inferiores son pizarras y pudingas de cantos de cuarzo procedentes del granito y de las diabasas que, como apófisis de feldespatos enriquecidos en cal por endo-

morfismo, atraviesan el granito en dikes. Estas pudingas y formaciones detríticas son concordantes con la estratigrafía del Cambriano, pero evidencian levantamientos anteriores a los hercinianos.

Encima de las pudingas vuelven pizarras muy feldespáticas como grawakas formadas a expensas del granito. Los términos más altos del haz cambriano son las calizas unas veces cristalinas, casi sacaroides, y otras más negruzcas en láminas alternadas con pizarras.

Macpherson (D. J.), en 1878, publica en los *Anales de Historia Natural* (sesión de 1 de mayo) una nota «Sobre la existencia de la fauna primordial en la provincia de Sevilla». Pequeño e interesante trabajo que le sirve, fundándose en el descubrimiento del *Archæocyathus* del Pedroso, para establecer de un modo simplista la estratigrafía del Cambriano de Andalucía atribuyendo la pudinga de la base, equivocadamente, al Cambriano superior, y del mismo modo la caliza de los fósiles, por analogía con las clasificaciones de Billings en Norteamérica y de Roemer con los ejemplares andaluces.

Al año siguiente (1879) publicó el mismo autor en el *Boletín del Mapa Geológico de España* (núm. 7), el «Estudio Geológico y Petrológico de la provincia de Sevilla», en el cual, en lo que al Cambriano se refiere, insiste en considerar como postdamiense las extensas formaciones calíferas entonces conocidas como escasamente fosilíferas.

En 1917, el profesor Sr. Hernández-Pacheco, en el Congreso celebrado en Sevilla para el Avance de las Ciencias, en el apartado titulado «La fauna primordial en la Sierra de Córdoba», ofreció un trabajo muy completo en todo lo que a los *Archæocyathidos* se refiere, los atribuye del Georgiense superior al Acadiense inferior y les da, quizá acertadamente, la significación de espongiarios, dedicando una de las especies estudiadas al eminente naturalista Sr. Navarro (*Archæocyathus*

navarroi, Hern.-Pach.) y hace figurar por primera vez el género *Dictyocyathus* con la especie *D. sampelayanus*, Hern.-Pach., correspondientes al mismo nivel determinado por un banco de cuarcita como sedimento inferior, encima del cual descansan las pizarras verdosas calíferas con los *Archæocyathus*.

En 1918, el profesor madrileño publicó resúmenes de la parte geológica y paleontológica del mismo discurso en las *Comptes Rendus de l'Académie de Sciences*, de París, con las mismas conclusiones.

En el Congreso Geológico Internacional celebrado en Madrid el 1926, publicó el profesor H. Pacheco una de las guías sobre «La Sierra Morena y la Llanura Bética», en la que señala los caracteres del cambriano andaluz, refiriéndose nuevamente a los primeros datos de Macpherson y a los posteriores descubrimientos del Sr. H.-Pacheco sobre la fauna de las Ermitas, que esta vez atribuye al Cambriano medio, sin razonar esta determinación ni su cambio de opinión.

Entre los géneros encontrados cita:

Archæocyathus, *Ethmophyllum*, *Dictyocyathus*, *Coscino-cyathus* y *Protopharetra*.

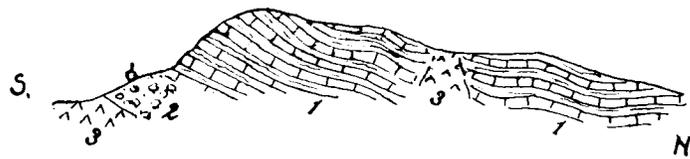
De la formación pizarrosa inferior dice que se coloca sobre los conglomerados de Macpherson y es completamente azoica; del piso superior no da referencia alguna.

Por aportar un dato al conocimiento de la estratigrafía de Sierra Morena haré referencia a un recorrido efectuado por nosotros recientemente (febrero 1932) y en el cual, después de atravesar toda la banda de calizas y pizarras del Monasterio de los Angeles (rio Bembezar), con un espesor de más de 1.000 metros, equivalente a la del Pedroso y Cazalla, de la cual es banda paralela y muy próxima, se entra en su prolongación al NO. en otro con areniscas, calizas y filiaños verdosos y morados que contienen restos de *pterópodos* y parecen representar capas postdamienses por su colocación.

Algunas de las calizas, particularmente cerca de Hornachuelos, son pisolíticas, recordando a las faices oolíticas tan frecuentes en el paleozoico del Norte de la Península.

Los *Archæocyathus* están citados en el *Catálogo de fósiles* entre el Pedroso y La Virgen del Monte, Cazalla de la Sierra, con lo cual el paleontólogo Sr. Mallada parece que- ría dar a entender dos yacimientos de este género, pues siempre, para todos los fósiles del *Catálogo*, enumera los yacimientos en esa forma. Hay que añadir las Ermitas de Córdoba citadas por H.-Pacheco y la prolongación de estas calizas por el puente de la carretera a Bélmez, ya conocidos por el Sr. Mallada, así como otro paraje de la Sierra conocido por El Balcón del Mundo.

CORTE EN EL KILÓMETRO 9 DE LA CARRETERA DE SANTA MARÍA DE TRASSIERRA (Carbonell).



1. — Calizas y pizarras con *Archæocyathidos* e *Isoxis*.
2. — Conglomerados (Hornachuelos).
3. — Basaltos.

En resumen, por lo que al Cambriano se refiere hay dos zonas calizas: una la de los Angeles, y otra que pasa por la unión de los ríos Bembezar y Nevala; en esta banda es donde se encuentran los *Archæocyathidos* y en ella radican los yacimientos de Macpherson en Sevilla, de Hernández-Pacheco en

las Ermitas y el señalado por el Ingeniero Sr. Carbonell en el arroyo de los Pedroches.

Por completar los datos referentes a los *Archæocyathidos* indicaremos que además de estos tres parajes hay algún otro yacimiento en la misma corrida: el del Rodadero de los Lobos, señalado por Hernández-Pacheco; el de Lo Pardo, por Carbonell, ambos próximos a las Ermitas; el del Lagar de los Dolores, al E.-SE. de las Ermitas (no publicado aún por Carbonell), y la comunicación de este geólogo (in Litt) de haber recogido ejemplares en el kilómetro 10-11 de la carretera de Santa María de Trassierra (1).

Los geólogos Boucart y Villein citan (1931) el yacimiento de «El Desierto» comunicado por H. Douvillé (1915 ?).

En cuanto a nuestra opinión para determinar la posición estratigráfica de estos fósiles, nos referimos al resumen general dado al principio del sistema, suponiéndolos acadienses.

Ya en prensa esta reimpresión del Cambriano nos enteramos del descubrimiento realizado por los profesores de Geología Sres. Hernández-Pacheco en las calizas de Alconera, no lejos de Zafra, en las que encontraron un yacimiento de *Archæocyathidos* (1933). El término es de Badajoz, pero nos parece oportuno citarlo en Córdoba, pues las calizas de Alconera pueden muy bien, en nuestra opinión, representar un punto en la corrida de que, arrancando entre Córdoba y Posada con esos fósiles, pasan por Guadalcanal, Llerena, Alconera y llegan hasta Olivenda en la raya de Portugal; sería interesantísima la demostración faunística a todo lo largo de esa banda caliza extremeño-andaluza.

(1) Véase pág. 301 sobre el dato aportado por el *Isoxis carbonelli*, Rud y Rich.

EL CAMBRIANO CATALÁN

Son escasos y están hoy en crisis los isleos fosilíferos atribuidos en Cataluña al Cambriano; para demostrar la evolución que han tenido las ideas geológicas sobre ellos daremos los sendos juicios de tres geólogos catalanes: Faura y Sans (1912), Vilaseca (1917) y Solé Sabaris (1932), como continuación de los datos de Mallada (1890), que fué el primero en descubrir fósiles de verosímil clasificación cambriana.

En 1913 se publicó la Tesis de Doctorado del presbítero Sr. Faura y Sans, síntesis sumamente meritoria del estado que tenían en aquel momento los estudios estratigráficos de Cataluña, reuniendo los conocimientos por sistemas: Arcaico, Precambriano, Cambriano, Siluriano, Devoniano y Antracolíptico, y dando al final una bibliografía completa sobre el paleozoico catalán.

En tres localidades se han encontrado restos fósiles característicos, según el Sr. Faura, del período geológico cambriano: Montseny (Barcelona), la faja de Esplugu de Francolí a Prades (Tarragona) y Collada de Tosas, en Gerona.

Yacimientos de Montseny (Barcelona)

Con ponderaciones extraordinarias expone el Dr. Faura el descubrimiento de la *Lingulella ferruginea* como típica del Georgiense, confirmando este piso en Cataluña. A continuación exponemos las palabras del Dr. Faura:

«En la misma mole del Montseny es donde los estratos pasan gradualmente a pizarras arcillosas, muy oscuras, sin laminillas micáceas. En estas pizarras el venerable geólogo catalán e ilustre canónigo de la catedral de Barcelona, el doctor Jaime Almera, en el verano último (1911), logró descubrir la presencia de la *Lingulella ferruginea* junto con otras impresiones fósiles; después de tantos años de constantes pesquisas, ha visto satisfechos sus anhelos con tan valioso hallazgo, pudiendo confirmar paleontológicamente la colocación en el terreno cámbrico de una serie de pizarras, atribuidas a aquel período geológico solamente por ciertas analogías de determinados caracteres petrográficos, comparadas con las de otras regiones. Y con este notabilísimo descubrimiento del Dr. Almera lega a la posteridad la serie estratigráfica completa de todos los pisos geológicos como prueba evidente de fecunda laboriosidad y asidua constancia en sus investigaciones científicas en el suelo de Cataluña.»

Los braquiópodos fueron encontrados al SO. de las elevadas cumbres del Montseny en pizarras oscuras muy arcillosas y junto a la aureola metamórfica. El Sr. Faura asegura fueron dos las especies clasificadas, nuevas para la paleontología española, pero en las líneas siguientes no cita más que la *Lingulella ferruginea*, Salt., y para confirmar la determina-

ción añade: «No deja lugar a dudas esta nuestra clasificación, puesto que en Saint-David, al Sur del País de Gales, está por debajo de la *Lingula flags*», párrafo el sentido del cual no se ofrece claro, pues habla de *lingula flags* como si fuese una especie, sin que hasta entonces haya nombrado para nada ese término litológico del siluriano inglés; lo que sí parece deducirse es que la clasificación se debió al Dr. Faura.

Con toda clase de respetos a la inolvidable memoria de Almera, nos permitimos hacer dos reservas: primero, la difícilísima determinación de los braquiópodos, particularmente atrémata, y en segundo lugar, que la presencia de *Lingulas* y *lingulellas* en los estratos entre el Cambriano y Siluriano es signo empírico de los estratos postdamienses (*lingula flags*) o los inferiores a la cuarcita de Cabo Busto (Barrois), donde en Asturias y muchos sitios de Galicia y otros yacimientos se acumulan estos braquiópodos, formando nivel. Según el Sr. Faura y Sans, en estratos inmediatos a los de *Lingulella ferruginea* y casi negros se encontró el Dr. Almera restos de *Medusites*, que reproduce en fotografías, desprendiéndose a su vista la escasa fijeza de su impresión y su parecido, por esa misma confusión, a huellas semejantes en distintos yacimientos paleozoicos, entre otros a los encontrados en las pizarras silurianas de Mondigo (1).

Lo que en opinión nuestra no puede afirmarse es que con estos datos comunicados por el Dr. Almera quede «patente la existencia en Cataluña de aquella supuesta fauna primordial establecida por Barrande en 1852», y así debió entenderlo el Sr. Almera cuando en 1914 publicó el mapa de Montseny (Región 5), sin citar la *Lingulella ferruginea*, lo mismo que ocurrió en el catálogo de fósiles paleozoicos hecho por el deán Sr. Almera con la colaboración del Sr. Faura (1918).

(1) *Fósiles de Galicia*, P. H. SAMPELAYO.

Yacimientos de Espluga y Priorato

Se trata de bandas paleozoicas arrumbadas al NO. y con buzamiento al SO. en general, comprendidas en la provincia de Tarragona en las zonas del Priorato, Espluga y toda la mayor parte del campo de Tarragona.

Fué el ilustre geólogo español D. Lucas Mallada quien, examinando los terrenos de la serie primaria en Espluga (Tarragona), encontró restos de plantas parecidas al *Paleophycus striatus*, Hall, atribuibles, según Faura y Sans, al *Eophyton Linnæum*, Torrell, tallos que, aunque pudiesen referirse en conjunto y empíricamente al Cambriano superior, no son especies críticas determinantes del sistema.

En realidad, los fósiles encontrados por el Sr. Mallada del Puig d'en Coma a Almohera debieran ser *Tigilites planos*, pues les llama «Trazas mal definidas de fucoides», las cuales son atribuidas por Faura a impresiones de *Nereites*, que de ningún modo se pueden tomar como características.

Los *Nereites*, encontrados por el Sr. Faura y Sans en los bloques de pizarra sueltos en las *Tortillas?* de Mal de l'Artiga y parecidos a los descritos por F. Nery Delgado en las pizarras de Sam Domingos, de Portugal, tampoco se pueden considerar como cambrianos, pues estudios posteriores (Pouvost, 1912) los han elevado al Devoniano superior, según hacían presumir su contacto con las pizarras de graptolitos y las clasificaciones de Mallada.

Los *Eophyton* parecen dominar en los grawakas de las montañas de Prades (Tarragona), y encima y en pizarras ne-

gras se encuentran otras especies de *Eophyton* y *Mirianites*, entre ellos el *M. Almerai*, F. y S., que en efecto podría recordar alguno de los *Nereites* atribuidos por Nery Delgado a los esquistos de Sam Domingos, y repetimos han sido comprobados como del Devoniano superior en estudios más recientes.

La continuidad estratigráfica y el encuentro en Suecia de areniscas o grawakas con *Eophyton* unidas a impresiones de *Medusites*, hacen que el Dr. Faura y Sans refiera al georgiense esas capas con sus fósiles dudosos.

Yacimiento de Collada de Tosas (Gerona)

En unas pizarras de tono verde sucio, arcillosas y algo micáceas, con buzamiento NE. y debajo de unas grawakas del ordoviciense se han encontrado restos fosilíferos, examinados ligeramente por varios geólogos, variando en las determinaciones que les atribuye el Dr. Faura, desde los *Archæocyathidæ* a los *Trochocystites*.

En el cuadro de especies sostiene solamente el *Trochocystites* sp. atribuyéndolo al postdamiense sin razonamiento. El Dr. Faura confiesa, sin embargo, que todas las impresiones fósiles recogidas por él son interminables. Estimamos no deben tomarse en consideración sin datos más concretos.

«ELS TERRENYS PALEOZOICOS DEL CAMP DE TARRAGONA», POR SALVADOR VILASECA. — Del *Bulleti de l'Agrupació Excursionista*. Reus, 1917. — Publicado el año 1918.

Se dedicó este estudio de preferencia a las formaciones primarias del campo de Tarragona y del Priorato, donde únicamente se había encontrado, entre la Espluga y Vimbodí, es-

casos y poco definidos restos, hallazgos renovados por el señor Vilaseca del 1916 a 1917.

Bauzá (1876) atribuyó estos estratos al siluriano, sin citar restos fósiles. Mallada (1890) propuso una división: pizarras micáceas en la base, arcillosas en el centro y grawakas pizarrosas en los estratos superiores, subdivididos a su vez en dos grupos, del Priorato y de Figuerola, suponiendo que estos estratos azoicos eran cambrianos, pero luego los refirió al Siluriano por analogía con los estratos fosilíferos de Barcelona.

Mallada descubrió tallos estriados a lo largo de plantas semejantes al *Palæophicus striatus*, Hall., hallados, según el Sr. Vilaseca, en la base del Siluriano superior de los Estados Unidos y que en Tarragona corresponden a filados y samitas de la Espluga de Francolí.

El Sr. Faura y Sans ha sido el primer geólogo que ha colocado en el Cambriano buena parte del Paleozoico de Tarragona. Este autor, en su obra sobre los terrenos primarios de Cataluña, estudió las tres localidades conteniendo restos orgánicos de ese período geológico: Collada de Toses (Gerona), Montseny (Barcelona) y la faja de la Espluga de Francolí a Prades, que son los estratos que contenían los restos de *Palæophicus*, *Eophyton* y *Myrianites*, supuestos más bien como del Siluriano superior por Mallada, su descubridor, al manifestar la homotaxia entre las pizarras negras de Coll de la Teixeta (1891) y otras barcelonesas de *Graptolítidos*, analogía que se comprobaba en 1909 con el encuentro de *Monograptus priodon*, Bronn., y *M. turriculatus*, Barr., en la Espluga y Plá de Cabra por Font y Sagué.

Para la colocación de los fósiles debatidos el Sr. Vilaseca ofrece dos cortes paralelos (Aliga y Santa Ana) con buzamiento al S.-SO., que con el afloramiento de Almoster hacen tres yacimientos de estos dudosos restos.

En el corte de Aliga los fósiles se encuentran en grawakas

sobre el pórfido blanco y por bajo de los estratos triásicos, lo mismo que en las colinas de Santa Ana y Putxet. Los restos del primer corte (Aliga) son: *Equisetum*, sp.; *Archæopteris* (*Palæopteris*) *palmea*, Faura, sp.; *Archæocalamites scrobiculatus*, Schloth. (?). *Archæopteris* sp. (*Palæopteris*) *palmea*, Faura, sp. (figurado-lám. I, fig. 2). Encontrado por Mallada. — *Equisetum*, sp.; *Archæocalamites scrobicularis*, Schlotheim (?). — *Arenicolites Marconi*, Delgado (figurado-lám. II, figura 2). *Nereites* (?). *Myrianites* (?), sp. — *Lophotecnium Richteri*, Delgado (lámina, figura 3). *Lophotecnium amplilobatum*, n. sp. (lám. II, fig. 5).

Sin especificar distribución estratigráfica, desenvolviéndose encima las areniscas abigarradas del Triás.

Los fósiles de la colina de Santa Ana son:

Haliserides Dechenianus, Goeppert.

Myrianites (?), sp.

Myrianites, sp.

Lophotecnium Richteri, Delgado (lám. II, fig. 3).

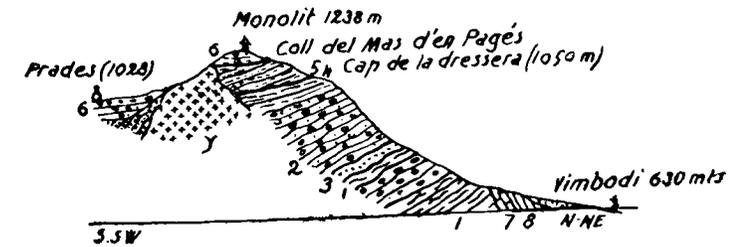
Lophotecnium amplilobatum, nov. sp. (lám. II, fig. 5).

Lophotecnium contortum, nov. sp. (lám. II, fig. 4).

El tercer yacimiento de Almofter fué conocido por Mallada y está situado en pizarras verdes *pasando a micacitas*, según Vilaseca, afirmación que supongo se refiere a la tendencia cristalina y lustrosa que tienen estos esquistos, colmados de restos supuestos como cambrianos por Mallada y referidos a *trazas mal definidas de fucoides*. El Sr. Vilaseca, después de haber expuesto la posición estratigráfica local de estos dudosos fósiles, hace un interesante análisis paleontológico para su exacta determinación, que consideramos interesante, y dice así aproximadamente:

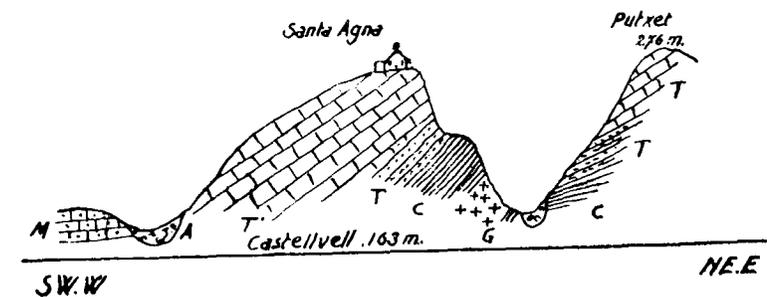
Al estudiar la distribución de estas especies vemos que las *Haliseridas* son algas propias del Devoniano, sin que sea extraña su presencia en el Culm. Los *Archæopteris*

CORTE DE VIMBODÍ A PRADES
(PROVINCIA DE TARRAGONA)



Y. Granito. — 1. Pizarras maclíferas. — 2. Grawacas con *Eophiton Linneanum*. — 3. Pizarras arcillosas. — 4. Pizarras negras con *Eophiton* n. sp. y *Mirianites Almerai*. — 5. Pizarras cuarzosas muy oscuras. — 6. Areniscas y conglomerados triásicos. — 7 y 8. Calizas margosas oligocenas. — 9. Aluvión cuaternario.

CORTE GEOLÓGICO DE SANTA AGNA Y EL PUTXET



C. Pizarras y grawacas paleozoicas. — T y T'. Trias inferior y medio. — M. Caliza sabulosa miocena, fosilífera. — G. Granito. — A. Aluvial.

(*Palæopteris*, Schlotheim) *Palæophicus* de Mallada (*Eophyton* de Faura), son característicos del Devoniano superior y del Carbonífero más inferior, no pasando del Westfaliense. Los *Archæocalamites*, Stur. (*Asterocalamites*, Schimper., *Bornia*, Zeiller), son características de las formaciones antracólicas más antiguas de Moravia, Silesia, Bohemia, el Hartz, Selva Negra, Antiguos Vosgos, etc., así como lo son del Devoniano en el Canadá y en el Mosela, Saporta y Almera los han citado en el Culm de Putxet, en Barcelona. Los *Equisetum* son propios también del Carbonífero.

En cuanto a la edad de los *Myrianitis*, *Nereites*, *Lophotecnium*, etc., haremos constar que Römer y Gümbel refieren al Culm los restos fósiles encontrados en Wurzbach y los cuales eran supuestos por Murchison sistemáticamente como de las pizarras de *Nereites* del Cambriano. Según Zittel, los *Nereites* portugueses corresponden al Siluriano, pero Kaiser y más tarde el propio Gümbel se inclinan a incluirlos con las especies más típicas del Devoniano. Nery Delgado refirió el horizonte de *Nereites* de Barrancos al Siluriano y en cambio las de San Domingos las relacionó con las carboníferas de Wurzbach.

Anteriormente el explorador pirenaico Mauricio Gourdon descubrió entre Bourg d'Oneil a Barreilles excelentes ejemplares de *Myrianites*, que estudiados por Barrois (1884) fueron atribuidos al Siluriano superior, y más tarde y procedentes del mismo yacimiento fueron enviadas cuatro especies de *Nereites* por el propio Gourdon al marqués de Saporta (1886).

Faura y Sans supuso pertenecientes al Georgiense las uniones de los fósiles *Eophyton palmeum* (Faura) y los *Myrianites*.

El yacimiento de Larbont fué referido por M. Lartet al Dinantiense superior (viseano) y semejantes modificaciones cronológicas hizo M. Pruvost en los yacimientos de Papiol y Cánovas, incluidos como cambrianos por Barrois y Almera.

En 1917 Faura y Sans propuso la clasificación como Dinantiense (Culm) (1) inferior para los estratos de Paderna y la Maladeta (Montes Malditos del Alto Aragón) por el descubrimiento del *Archæocalamites rudicostatus* (Faura) y el *Myrianites flexilis*, Sap., rectificando la edad del Culm inferior sujeta por Barrois.

Según las anteriores consideraciones, y de acuerdo con el actual criterio de la mayoría de los geólogos, las grawakas y pizarras paleozoicas del Campo de Tarragona deben colocarse en el horizonte Tornasiense o Dinantiense (Culm) inferior del Carbonífero, y por tanto representando la llamada facies languedociana del Dinantiense por A. de Lapparent o Misisipiense de los norteamericanos que se extendería de Barcelona al Campo de Tarragona.

Observa finalmente el Sr. Vilaseca que los estratos del Priorato, con *Eophyton* y *Myrianites*, atribuidos por Mallada al Siluriano y posteriormente por Faura al Cambriano, quizás deberán ser incluidos, como los debatidos hasta ahora, en el Culm inferior.

Hasta aquí las afirmaciones del Sr. Vilaseca a las cuales haremos alguna observación sin entrar en crítica detallada paleontológica, que tendría su lugar apropiado al detallar las faunas del Siluriano al Devoniano, que son las más análogas a las encontradas por Mallada, Faura y Vilaseca.

Desde luego puede afirmarse que ni las *algas* ni las *pistas*, que son los dos apartados en que pueden distribuir los restos fósiles, tienen carácter determinante, pues ninguno de los dos grupos tienen formas absolutamente invariables desde el paleozoico a los tiempos modernos, y así se observan grandes semejanzas dentro de estos grupos fosilíferos en: el Supra-

(1) Dinantiense y Culm pueden ser facies paralelas pero no idénticas ni simultáneas.

cambriano, Siluriano, Devoniano medio, Carbonífero superior, Permiano, Jurásico, Flysch, Eoceno y Mioceno.

Muchas de las huellas son muy parecidas a las figuradas por Nery Delgado en el Siluriano de Portugal entre las de San Domingos, que después y merced a los *cefalópodos* han quedado acantonadas en el Siluriano superior y el Devoniano. (Pruvost, 1912-1914.)

Otros fósiles, como los tallos de las formas *Equisetum*, *Arenicolites Archæocalamites*, etc., pueden ir del Devoniano al Permiano y Triásico, siendo de advertir, como hecho significativo, que la base de las formaciones triásicas están en contacto con los estratos fosilíferos en los cortes de Tarragona. Por fin parece muy probable la vecindad de los estratos en estudio con los silurianos al haberse confirmado este sistema con los *graptolíticos* en Espluga de Francolí y Pla de Cabra en capas homotóxicas, por Font y Sagué (1909).

Algas y pistas parecidas a las figuradas las hemos visto en muy distintos yacimientos, *Vexillum*, en Galicia, Portugal, etc., y *pistas festoneadas*, en Valconchán y otras localidades en terrenos silurianos de Aragón.

En el Carbonífero la mayor cantidad de pistas la hemos visto en las samitas del Postdamiense de la Cordillera Cantábrica.

En resumen, no encontramos fundamento en las formas figuradas para la fijación de los terrenos paleozoicos más antiguos; los niveles de mayor variedad y abundancia de estas formas hieroglíficas son: Postdamiense (Ateca, Valconchán, etcétera), Devoniano inferior y medio (Almadén, Centro, etcétera) y Estefaniense (Piedras Luengas, Cordillera, etc.)

Volveremos sobre estas dudas al estudiar las faunas paleozoicas.

Las opiniones del Profesor Solé Sabaris, joven geólogo catalán, sobre el Cambriano de Cataluña, las podemos concretar del modo siguiente: «Los fósiles encontrados por el Sr. Vi-

laseca y recientes hallazgos realizados por algunos discípulos del Sr. San Miguel de la Cámara en el supuesto Cambriano de la provincia de Barcelona, vienen a confirmar la casi imposibilidad de afirmar la presencia del Cambriano en la mayor parte de la Cadena Costera catalana como ya insinúa Schriel en su síntesis sobre dicha cordillera.» *Die geologische Bau die Katalonischen Küstengebirge zwischen Ebromündung und Ampurdán.* En primer lugar, Faura admite que falta el Cambriano medio y en cuanto al Cambriano superior los únicos restos fósiles que permiten caracterizar este período son la *Oldhamia radiata* (La *Oldhamia radiata* es el fósil número 1 del catálogo: *Enumeració de les especies fòssils dels terrenys paleozoics de la provincia de Barcelona*), y dice recogida en Torre de c'an Bofill, Sta. Creu d'Olorde, Cámbrico. Este fósil viene también citado por Almera en la explicación somera del mapa de los alrededores de Barcelona al hablar del Silúrico inferior y dice: En la base se encuentra la *Oldhamia radiata*, lo que hace atribuir su nivel inferior al Cámbrico (1900). Esta puede sea la cita más antigua que haya. (Comunicación manuscrita del geólogo Dr. Bataller) Forbes de St. Feliú de Llobregat y el *Trochocystites* de la Collada de Tossas. Pero en realidad el primer fósil (*Oldhamia*) se puede suponer desde el Permiano hasta los niveles más inferiores del Paleozoico y en St. Feliú (Torre Bofill de Sta. Creu d'Olorde) se encuentra evidentemente en estratos superiores a las areniscas armoricanas. En segundo lugar, el *Trochocystites* de la provincia de Gerona no permite una afirmación categórica.

La existencia del Cambriano inferior no es menos dudosa. Las pizarras quiastolíticas que forman el piso inferior de Faura han demostrado ya Schriel y San Miguel que son silurianas. Lo único que puede aceptarse como cambriano es el nivel con *Lingulella ferruginea* del Montseny y con todo habría que revisar los fósiles de Almera. En cuanto al piso superior del Cam-

briano inferior con *Medusites*, *Nereites*, *Myrianites*, *Eophyton*, etc., del Montseny y especialmente de la provincia de Tarragona, el trabajo de Vilaseca viene a destruir casi por completo el criterio de Faura, y lo poco de cambriano que dicho autor admite queda eliminado del todo con la revisión paleontológica de Schriel y Zimmermann, pues el supuesto *Eophyton*, característico del Cambriano, no es más que una *Dictyodora del antracólítico*. A continuación reproduzco el fragmento de la traducción inédita del trabajo de Schriel (página 12) que se refiere a esta cuestión: «..... estas capas deben pertenecer al Cambriano inferior por razón del hallazgo de *Palæphicus striatis*, Hall., y según Faura a una especie de *Eophyton* que denominó *E. Almerai*, próximo a *E. Linneanum*. Las formas descritas y representadas por Faura se encontraron en el territorio entre Esplugas y Prades. Durante mis trabajos he hallado nuevamente estas formas en el valle al N. Castellvell. No obstante, las cuatro formas encontradas no pertenecen a un ejemplar de *Eophyton*, sino a una *Dictyodora* típica, según me comunica el Sr. E. Zimmermann, de Berlín, excelente conocedor de las *Dictyodora* y poseedor de la mayor colección de éstas. La problemática *Dictyodora* se encuentra en Alemania casi exclusivamente en el Culm y Devónico superior. Yo mismo las conozco de las pizarras del Hartz y Zimmermann las ha reconocido en la selva de Turingia y en los Sudetes. Finalmente, debo decir que en Castellvell encontré, junto con las *Dictyodora*, fósiles difíciles de determinar, pero que el profesor Schmidt, de Göttingen, da como *goniatites* sin que sea posible mayor aproximación. Después de esto no queda duda sobre si debemos tomar todo el Paleozoico de la provincia de Tarragona como Cambriano o Siluriano, sino que todo el complejo está comprendido entre el Devónico superior y el Carbonífero inferior.»

Sin embargo, a Schriel le pasaron inadvertidos los tra-

bajos de Vilaseca y algunos otros que prueban la existencia del siluriano y por esto su generalización no es exacta.

Resumen del Cambriano catalán

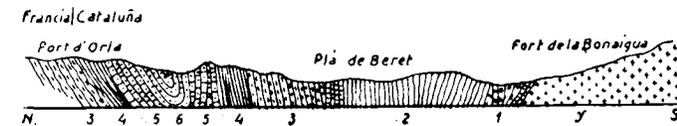
En los cortes no parece manifiesta discordancia del Siluriano al Cambriano transgresivo (véase corte).

Dos han sido los cuadros de fósiles considerados como cambrianos por los geólogos catalanes: el publicado por el Dr. Faura (1913) y el que se desprende del catálogo de fósiles paleozoicos por los Sres. Almera y Faura (1918).

Para que se aprecie sintéticamente el fundamento fosilífero que pueda tener el Cambriano de Cataluña, reunimos en una lista todos los organismos citados en el sistema con alusión paralela a la crítica que de ellos se haya hecho y cuál sea la situación actual:

POSTDAMIENSE...	} <i>Oldhamia radiata</i> (Santa Creu d'Olorde).....	Dudoso y situado sobre la arenisca ordoviciense (Vilaseca).		
			} <i>Trochocystites</i> (Tossas, Gerona).....	Citado con escaso fundamento en el año 1913 (Faura), suprimido en el catálogo (1918).
ACADIENSE.....	Fauna primordial de Barrande. Falta.			
GEORGIENSE ...	} <i>Nereites, Myrianites, Eophyton</i> (Priorato).....	Del Culm según Vilaseca. Algunos suponemos quizá postdamienses.		
			} <i>Medusites</i> . — Montseny....	Poco precisos, semejantes a otras señales ordovicienses. Mondigo (Galicia).
	<i>Aspidella ?</i> , <i>Stenotheca rugosa</i>	A revisar (Solé Sabaris).		

CORTE DEL PORT D'ORLA AL PORT DE BONAIGUA (VALLE DE ARÁN). — 20 kilómetros (SEGÚN M. ROUSSEL).



- y. Granito.
- 1. Zona metamórfica.
- 2. Cambriano.
- 3. Pizarras silurianas inf.
- 4. Pizarras silurianas sup.
- 5. Calizas devonianas metamorfoseadas.
- 6. Estratos carbo-permianos.

En resumen, faltan apoyos paleontológicos en el Postdamiense y en el Mesocambriano, y en cuanto al Georgiense, descontados los fósiles del grupo del Priorato (algas y pistas), sólo quedan como posibles fósiles representativos los citados en el Montseny (*Aspidella* ?, *Stenotheca*), dejando aparte la *Lingulella*, no admitida en el catálogo paleozoico, y aun así a condición de ser revisados, en opinión del geólogo Sr. Solé Sabaris.

Como por otra parte la *Aspidella* está citada con interrogación, no queda de todos los organismos citados como típicos del Georgiense sino la *Stenotheca rugosa*, Walt., de la Costa, Montseny.

En consecuencia y mientras no se afiancen más las determinaciones con mejores ejemplares o nuevas especies, proponemos prudencialmente suspender la aceptación del Cambriano catalán con fundamento paleontológico.

CAMBRIANO AZOICO

En un 6 por 100 de la superficie del territorio nacional (30.000 kilómetros ?) se calculaba la extensión de este terreno, la cual disminuye al hacer la nueva revisión para el mapa, a medida que van avanzando los estudios de detalle, atribuyéndose sus estratos al terreno Siluriano en su mayoría.

Era esto debido a que, como regla empírica, se admitía en la antigua Comisión del Mapa que todos los estratos metamorfozados por el contacto o proximidad del granito eran arcaicos o cambrianos, y cuando no tenían silicatos de alúmina en cristales bastaba su azoísmo para que se les incluyese en el sistema Cambriano, en el cual son tan escasos los restos fósiles.

Las rocas principales del Cambriano son pizarras arcillosas o silíceas de tono dominante verdoso en la parte inferior, calizas y pizarras desde la parte alta del Georgiense hasta completar el tramo medio, y filadíos azules y psamitas en el piso superior, siendo numerosas las variedades de pizarras y muy frecuentes los filoncillos de cuarzo.

Todas las indicaciones que se han pretendido deducir para la identificación de los estratos de este sistema, apoyándose en los estudios al microscopio o químicos, han servido solamente para procurar una aproximación, pero no para determinar concretamente la edad.

La extensión que este período tiene en los antiguos mapas

y la escasez de isleos con fundamentos paleontológicos, nos han hecho vacilar en cuanto a la conformidad que deberían tener la representación gráfica y su explicación. El Cambriano, primer terreno paleozoico del primario, en contacto con el Arcaico y el Siluriano, y con gran escasez de fósiles, sufre disminuciones o disfruta de ampliaciones en su representación, según que sus estratos arrastren la lógica equivocación de atribuir al Estrato-Cristalino las capas azoicas de aspecto cristalofiliario, expresando el metamorfismo regional, o, por el contrario, aconseja su facies restar del Siluriano macizos y extensiones importantes con falta de rasgos litológicos ordovicenses o gotlandienses, las cuales, sumadas al Cambriano, aumentan indebidamente la superficie que este período debería tener. Ambas causas de formación en la representación gráfica del sistema se intensifican en las proximidades de los macizos graníticos, donde los sendos contactos de Cambriano y Siluriano, con la masa eruptiva, toman la apariencia de un descenso en la escala estratigráfica: los del Cambriano al Arcaico por sus facies de cristalinidad, y los silurianos, unas veces al Arcaico y otras al Cambriano, y como demostración amplia de esta disculpable equivocación ante terrenos metamorfozados, podemos observar en el mapa de conjunto la escasez de contactos entre el granito y el Siluriano bien caracterizado por sus rocas y faunas.

De acuerdo con estos dos aspectos distintos podemos afirmar como cambrianos los isleos escasos en número y superficie del NO., los de Aragón, los del Centro y los del Sur de España, que tienen demostración paleontológica, pero no tendríamos fundamento para negar las manchas sin fósiles dibujadas por los antiguos geólogos. Según esto, nuestro criterio ha sido paralelo y dividido; en la explicación hemos dado como seguramente clasificadas las manchas fosilíferas, y, en cambio, en el mapa insertaremos también las antiguas que no hayan

sido extinguidas por las modificaciones que establecemos para la nueva carta. En cuanto a la explicación de los isleos no fundamentados paleontológicamente, nos referiremos a las consideraciones en las que se apoyó la clasificación del señor Mallada, criticándolas si tenemos base para hacerlo o solamente insertándolas, sin comentario, en caso contrario.

Recordaremos al principiar la exposición del Cambriano azoico que las zonas que en nuestro país se han atribuido a este sistema, son de Norte a Sur: Región NO., Galicia, Asturias y León, ya consideradas estas dos últimas provincias en los isleos paleontológicos; Región Centro, con un isleo ya tratado en Ciudad Real; Aragón, mancha también con fósiles, y Andalucía, en cuya dilatada superficie sólo hemos hecho excepción de las calizas acadienses de Sevilla y Córdoba con *Archæocyathidos*. Quedan, además, isleos pequeños repartidos en el mapa, lo cual es lógico dada la escasez de fósiles y la propensión a referir al antiguo paleozoico las capas de dudosa clasificación.

ISLEOS CAMBRIANOS AZOICOS

Región NO. — Para que la confrontación sea más fácil seguiremos el orden expositivo de Mallada.

En lo que al Cambriano de Asturias y León se refiere nos atenemos a lo expuesto en los isleos fosilíferos, pues los términos litológicos y su discusión comprende toda la zona propiamente NO.: Galicia, Asturias y cordillera leonesa.

GALICIA

En Galicia no se ha podido determinar precisamente más que el postdamiense con areniscas y psamitas del grupo de Ribadeo con *lingulas* y *algas* colocadas en general de modo plano a la estratificación, lo cual las diferencia de los *Scolithus* perforantes del Siluriano (1). Estos fósiles de las cuarcitas inferiores, que hemos encontrado tan repetidos en todo el NO., en Portugal, Extremadura y Sierra de la Demanda, son casi siempre poco determinables y más bien clasifican por su cuadro de conjunto, sin que se haya encontrado el *Dictyonema Sociale*, Salt., tan característico del Salmiense inferior en Brabante y la faja herciniana europea.

(1) Los fósiles acadienses de Vegadeo están tocando a la ría del Eo, límite entre Asturias y Galicia.

La mayor parte de las manchas cambrianas incluidas en el mapa de conjunto de 1 : 1.500.000 han sido pasadas al Siluriano en el de 1 : 1.000.000, fundándonos en nuestro estudios sobre los «Fósiles y los Hierros de Galicia» (1). — Las atribuciones a este terreno basadas en los análisis miscoscópicos de Macpherson y Barrois, con ser muy meritorias desde el punto de vista litológico, carecen de consistencia en cuanto a la precisa determinación de la edad.

No habiendo variado esencialmente los conocimientos sobre la estratigrafía gallega desde nuestros estudios acerca de los Hierros de Galicia, nos referiremos a nuestros datos anteriores con algunas modificaciones, fundándonos particularmente, para hacerlo así, en la escasa divulgación que han tenido nuestros estudios en el orden puramente científico, por haberse iniciado en trabajos de orientación geológico-mineros.

La clasificación que adoptamos para el Cambriano es la del siguiente cuadro:

Cambriano superior.	}	C ₆ . — Cuarzitas delgadas y psamitas (<i>Lingula flags</i>), 50 a 200 metros	CAMBRIANO 1.000 a 1.500 metros.
Postdamiense.		C ₅ . — Losas azules. Delgados y discontinuos lechos de mineral de hierro (<i>Algas</i> y <i>foralites</i>), 300 metros.	
Cambriano medio. Aca-		C ₄ . — Pizarras cuarzosas y areniscas feldespáticas (<i>Tigilites planos</i>), 200 metros	
diense.		C ₃ . — Arcillas de <i>Paradoxides</i> , 80 metros.	
Cambriano inferior.	}	C ₂ . — Calizas de Vegadeo, 40 metros.	
Georgiense.		C ₁ . — Pizarras verdes con delgadas calizas (Filadios de Saint Lô), 500 metros.	

(1) «Fósiles de Galicia», *B. I. G.*, t. XVI, 2.ª serie, 1915. — «Hierros de Galicia», *M. I. G.*, 1927. — P. H. SAMPELAYO.

Tramo superior.	Talcitas y pizarras cloritosas.	
Tramo medio.	Micacitas.	ESTRATO-CRISTA-
Tramo inferior.	Gneis anfibólico.	LINO

En la exposición geológica que venimos haciendo, colocamos en primer lugar nuestras propias observaciones, porque llevan nuestra convicción; seguimos con la descripción de los isleos, y terminamos con la discusión de los juicios geológicos anteriores que se oponen a nuestra manera de ver. Esta aclaración, desde luego conveniente porque clasifica, tiene aquí su lugar oportuno, puesto que es el Cambriano el terreno de Galicia donde más han persistido los errores, hasta el punto de hacerse clásicas las denominaciones de sus períodos. Nos referimos a que desde el principio romperemos con la clasificación de Barrois, seguida por todos los geólogos posteriores a él, lo cual es perfectamente disculpable, pues las conclusiones a que llegan los grandes prestigios no suelen ser rectificadas sino después de dudas persistentes y llevando un fondo de incredulidad, de un modo sistemático, como criterio de rectificación científica.

Esta sincera explicación nos ahorrará de las supuestas faltas de atrevimiento que se nos podrían hacer.

Los tramos distintos en el Cambriano en Galicia son:

- 1.º (Base.) Pizarras muy fisibles, sericíticas o cloritosas con calizas comprendidas (*Paradoxides*), 620 metros (C₁, C₂ y C₃).
- 2.º Pizarras cuarzosas y areniscas feldespáticas (*Tigilites planos*), 200 metros (C₄).
- 3.º Losas azules, 300 metros (C₅).
- 4.º Cuarzitas delgadas y psamitas (*Lingula flags*), 50 a 200 metros (C₆).

El orden de sucesión se encuentra completo en la orilla derecha del Eo hasta subir a las cimas del Pousadoiro; dare-

mos pues este corte advirtiendo que había sido comunicado al Instituto Geológico en julio de 1913 (1) y parte de sus datos publicados en 1914 (2).

Los estratos buzan al NO.; por consecuencia, un corte normal se logra marchando al SE. desde el borde de los ríos de Ribadeo hasta los altos de Presno y Horjales, que tienen sus crestas en las cuarcitas silurianas.

C₁.—*Pizarras verdes con delgados lechos de caliza.*—Tienen una bonita presentación en pliegues y rizados muy caprichosos en la ensenada de Castropol, unidos a calizas de dos a diez centímetros, que, como ellas, se adaptan a todas las curvaturas e inflexiones. Su color cuando están sanas es bastante verdoso, debido a la clorita, pero por alteración se hacen muy blanquecinas y untuosas. Son más bien arcillosas, muy fisibles, con el satinado especial de las pizarras próximas a la caliza; su alteración más frecuente es en forma de escamillas muy sueltas, en las que domina la sericita.

Están formadas detríticamente por granos muy finos de cuarzo, dispuestos entre las láminas horizontales de mica, sericita y clorita; también suelen llevar algunos cristallitos de silicato de alúmina, como la estaurótida, y pequeñas concentraciones grafitosas.

Las delgadas calizas unidas a ellas tienen también bastante cantidad de minerales coloreados, talco, sericita y poca clorita, repartidos en su masa, y particularmente en sus caras de unión con las pizarras, que suelen ser definidas; su fractura da lugar a porciones cortantes y escuadradas que más que por caliza se tomarían por cuarcitas.

Otra presentación muy parecida a ésta es la de las pizarras verdes y calizas de los acantilados de San Miguel, al

(1) ADARO, páginas 120, 121 y 124.

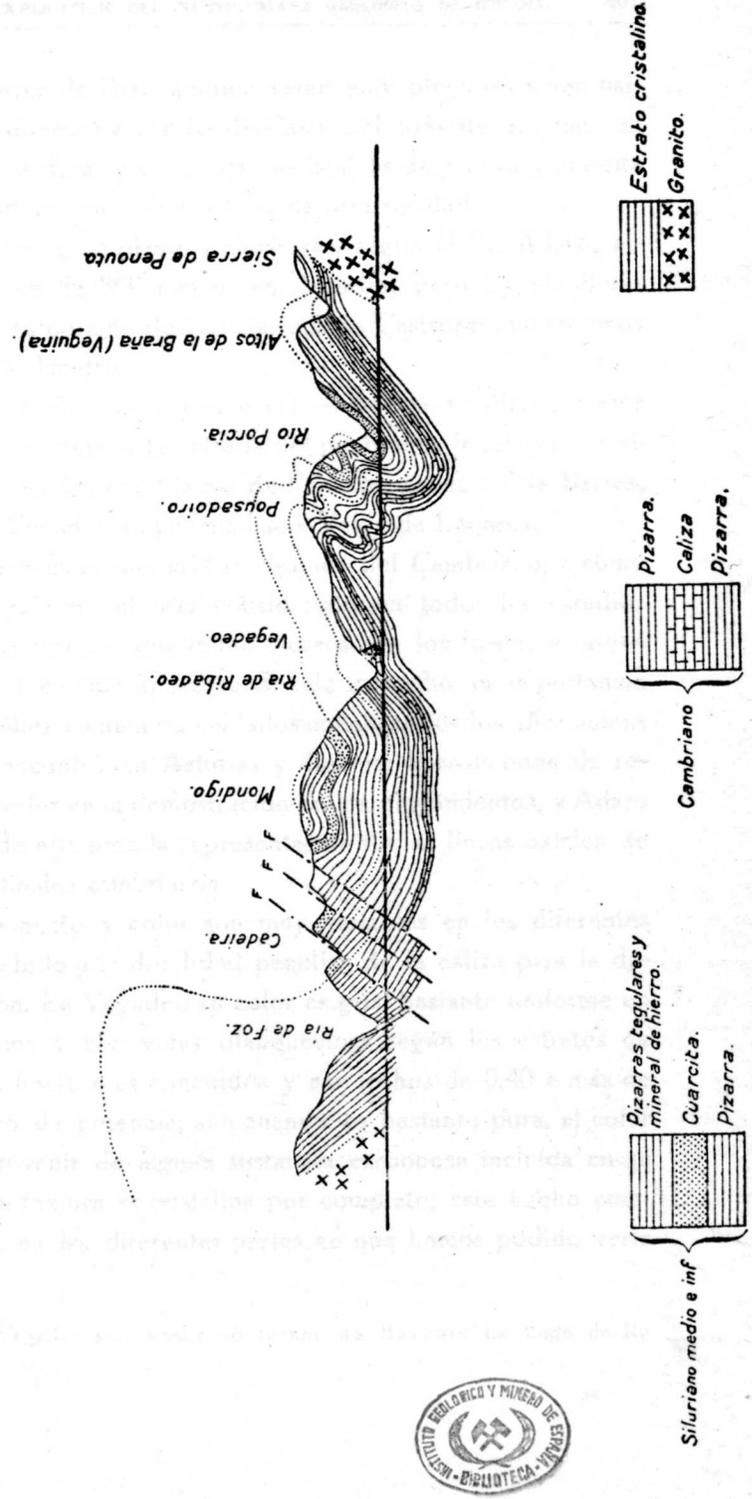
(2) *Historia de la denudación de la costa de la provincia de Lugo*, página 163. (P. H. SAMPELAYO, 1914.)

Explicación del nuevo Mapa Geológico de España

El Sistema Cambriano

CORTE TEÓRICO DE LA COSTA DE LUGO

Por D. Primitivo Hernández Sampelayo



Escala horizontal aproximada 1:400.000

Oeste, cerca de Foz; también están muy plegadas y son fisibles. Su diferencia con las de Castropol consiste en que son mucho más duras y cuarzosas; las láminas de clorita y sericita se extienden formando los lisos de pizarrosidad.

Esta facies de pizarras cloritosas, según el Sr. Adaro, alcanza cerca de 800 metros en Asturias; pero en el afloramiento más potente de Galicia, que es Castropol, no creemos pase de 500 metros.

C₃. — *Caliza de Vegadeo* (1). — Donde se ofrece mejor es en una cantera, a la entrada del pueblo; es la misma que se descubre en los acantilados de Penarronda, cerca de Barres, y desde Vegadeo se interna hacia Veiga de Logares.

Es el término que más se destaca del Cambriano, y como es consiguiente, el más considerado en todos los estudios sobre este terreno, donde tan escasos son los fósiles y rasgos litológicos en que apoyarse. Schulz sospechó su importancia estratigráfica y enumera cuidadosamente todos los afloramientos que encontró en Asturias y Galicia; Barrois pone de relieve su valor en la demostración de los plegamientos, y Adaro se vale de ella para la representación de las líneas axiales de los anticlinales cambrianos.

Su aspecto y color son muy variables en los diferentes sitios, debido a la docilidad peculiar de la caliza para la deformación. En Vegadeo su color es gris, bastante uniforme en unos sitios y con vetas blanquecinas según los estratos de otros; la fractura es concoidea y sus lechos de 0,40 a más de un metro de potencia; aun cuando es bastante pura, el color debe provenir de alguna sustancia carbonosa incluida en su masa. Su textura es cristalina por completo; este hecho comprobado en las diferentes partes en que hemos podido verla

(1) Vegadeo se llamaba en tiempo de Barrois La Vega de Rivadeo.

en Galicia, nos lleva a la consideración de que quizá sea el metamorfismo regional el origen inicial de su transformación.

Teniendo presente la clase de roca y la constancia en su deformación, se comprende la diversidad de facies con que aparece en la misma corrida; así, en esta misma la vemos: maciza en Penarronda, cristalizada en grandes romboedros en Vilavedelle y en Veiga de Logares unida al oligisto y con cristales del grupo de las *escapolitas*.

Es bastante frecuente encontrarla con cintas coloreadas en el sentido de los estratos y con delgados lechos de mica, produciendo los mármoles cipolinos; los dos aspectos se dan en Mondoñedo (1).

La potencia de La Vega es de unos 200 metros, y en general, en los demás sitios no suele pasar de 40.

Sobre ella, antes de llegar a las arcillas fosilíferas, hay un pequeño tramo en que se divide la caliza en delgadas capas de color más claro, separadas por láminas arenosas; otras capitas son más oscuras y parecen tener arcilla en su masa. En todo este tramo es más ferruginoso y su presentación algo careada en algunos trozos. Su aspecto arenoso, sobre todo en la superficie, es debido a reacciones secundarias y a una concentración de la sílice eliminada en su recristalización. Este fenómeno, bastante frecuente, origina zonas impropias para la elaboración de cal, y en el interior del país se suelen denominar *caliza macho* a la amarillenta arenosa y *hembra* a la aprovechable.

Con mucha frecuencia esta caliza tiene pintas y concentraciones de mineral de hierro, pero son siempre pequeñas y de escaso valor. Desde este punto de vista, la caliza de La Vega

(1) Al microscopio se encuentran bastantes granos de cuarzo, concreciones grafitosas y alguna pirita.

es el afloramiento más importante, pues se sigue hasta Veiga de Logares con hierro oligisto (1). Quizás se refiera Barrois a estas manifestaciones ferruginosas al dar como normal en su clasificación, por bajo de la caliza, «pizarras y mineral de hierro (uno a dos metros)».

C₃. — Arcilla de «Paradoxides». — Sobre las calizas, en su contacto y en el paraje conocido por As Casias, se encuentran estas pizarras arcillosas que contienen la fauna primordial de Barrande. Son de grano fino y unido pero blandas como verdaderas arcillas; su color es amarillento tirando a verdoso, y algunas veces de color de rosa; se ofrece en lisos, no muy distintos, de 10 a 20 centímetros. Los fósiles se distinguen principalmente en el interior de la roca según sus lechos de exfoliación. Es muy fosilífera, y entre los abundantes restos, los que mejor se diferencian son los de *Paradoxides* y *Conocephalites*. La extensión de este yacimiento fosilífero, así como la lista de especies encontradas, son puntos bien tratados en la obra de Barrois (2).

La fauna de *Conocorypheos* se acepta hoy clásicamente como del Cambriano medio, y aunque está contenida en las pizarras arcillosas superiores, se refiere a las calizas, que es hilada más llamativa y unida a ella.

Insensiblemente se va enriqueciendo la roca en elementos silíceos, su grano se hace más grueso, y más delgados y duros los estratos en que se divide, pasando así a las pizarras cuarzosas.

Los tres términos (a), (b), (c), debido a la caliza y fauna comprendida tienen que considerarse como un solo período

(1) El año 1910 y desde las calizas de *Paradoxides* que descubrimos en Penarronda hicimos el recorrido de la caliza acadiense hasta su entrada en Galicia por San Andrés y Veiga de Logares (*Hierros de Asturias*, págs. 124 y siguientes).

(2) Obra citada, páginas 168 a 172 y 420.

en el que se pueden sincronizar unidos el Georgiense y Aca-diense.

La potencia de las pizarras arcillosas será de unos 80 metros.

C₄. — *Pizarras cuarzosas*. — Están formadas principalmente por granos de cuarzo, que se distinguen a simple vista, enlazados por elementos micáceos y arcillosos que llegan a desaparecer, pasando la roca a cuarcita o arenisca poco coherente.

Estas pizarras de color amarillento, y a veces un poco verdosas, no tienen caracteres litológicos bien precisos, pues si bien al principio están en lechos delgados (de 5 a 10 milímetros) y consistentes, pasa, por grados, a una psamita de superficies micáceas y a cuarcitas feldespáticas poco potentes, que alternan con algunas pizarras y dan el tono a la formación del Eo.

Este potente macizo sirve de enlace entre rocas de sedimentación tranquila, caliza y arcillas, con otras claramente detríticas. Como carácter genérico al grupo, se puede señalar su aspecto arenoso y de elementos gruesos que le da una facies muy particular y repetida en ambas orillas de la ría del Eo. Este tramo arenoso feldespático es mucho menos fosilífero que las arcillas, pero aun contiene restos de la primera fauna en sus estratos más inferiores, mientras que en los más altos las señales son de alga y *tigilites planos* (1).

A los 240 metros de cota, en unas canteras abiertas en los altos sobre Seares, lomas redondeadas que sirven de escalones al Pousadoiro, he encontrado ejemplares de *foralites pomeli* y *gracilis*. — Con estos fósiles entramos en el tramo del Cambriano alto, los pliegues empiezan a agudizarse y se inaugura

(1) Véase «Historia de la denudación de la costa de la provincia de Lugo.» *Boletín del Instituto Geológico de España*, tomo XIV, 2.ª serie, página 160. — P. H. SAMPELAYO.

la facies de losas y cuarcitas delgadas que se prolonga, en general con bastantes repeticiones, hasta el Siluriano.

Asignamos 200 metros a la potencia de las pizarras cuarzosas.

C₅. — *Losas azules*. — Es un tramo constante, de un desarrollo muy desigual, pues varía de pocos a 400 metros, y que se presta a grandes confusiones por su parecido con los filadidos y las pizarras del ordoviciense en general; son filadidos azules claros y bien fisibles cuando no están alterados; no siempre se exfolian fácilmente en láminas delgadas, influyendo en ello las arrugas, vibraciones, filoncillos de cuarzo y fracturas de estas pizarras; las manchas ferruginosas que tienen son pocas y mal señaladas, a comparación con las de los estratos silurianos.

Como se ve todos los caracteres macroscópicos son empíricos y poco exactos; se podría dar otro en conjunto, advirtiéndose que también tiene excepciones, y es que la topografía derivada de las losas cambrianas consiste en general en lomas amplias y suaves, mientras que es siempre más abrupta que la que proviene de los filadidos silurianos.

El análisis, en el que fiaba Barrois para establecer diferencias entre las pizarras, tampoco aclara el problema, pues todas se componen de sílice, arcilla y óxidos de hierro; al microscopio ocurre lo mismo, ofreciendo un conjunto de elementos micáceos, mica potásica y clorita y otros más claramente detríticos, como son los granos de cuarzo, feldespato, algo de turmalina, rutilo y chiastolita o andalucita.

Cuando las pizarras se ponen en contacto con los batolitos eruptivos se desarrollan en ellas los silicatos de alúmina, a veces en tal cantidad que ofuscan la textura original y las convierten hasta en rocas totalmente cristalinas (1).

(1) Véase la discusión del Estrato-Cristalino. (*Hierros de Galicia*.)

No hay más recurso que los fósiles para deslindar estas pizarras del Cambriano superior de las que contienen la segunda fauna.

En este tramo de las pizarras altas del Cambriano, es bastante frecuente la presentación de algún yacimiento ferruginoso. Casi siempre se trata de limonitas dispuestas en delgadas capas concordantes con la estratificación, pero poco seguidas y de escaso valor industrial; las consideraremos al estudiar los criaderos. Por su modo normal de presentarse parece referirse a ellas la indicación de (c), *Pizarras y mineral de hierro*, que Barrois inserta en su cuadro por bajo de las calizas cambrianas.

La potencia de las losas azules, siempre representadas, varía de unas docenas de metros hasta 300 ó 400; en general, alcanzan bastante espesor, fijándolo en 300 metros próximamente en el cuadro.

C₆. — *Cuarcitas delgadas y psamitas*. — Estas losas claras están rematadas en su parte alta por un episodio de psamitas, pizarras más silíceas y cuarcitas delgadas que contienen *algas* o *pistas*.

Todo este conjunto de losas o estratos cuarzosos se pliegan tanto como los estratos silurianos y se repiten tanto como ellos, siempre en disposición concordante y monoclinial, por lo cual el deslinde se hace difícilísimo. La repetición de losas y cuarcitas delgadas se verifica en Vegadeo, desde la cota 330 hasta Pena de Cabras (460), y desde aquí abandonamos el corte que se enlaza insensiblemente con el Siluriano que viene desde la Atalaya de Porcia por medio de la cuarcita de *cruzianas* y los lechos oolíticos de mineral de hierro.

Ya hemos visto cómo las *algas* y *pistas* se encuentran desde las cuarcitas feldespáticas del tramo superpuesto a las calizas, hasta las psamitas que coronan las losas azules, y que a la vez son inmediatas a la cuarcita de *cruzianas*, verdadera entrada

del Siluriano inferior; es decir, en todo el Cambriano superior los únicos fósiles encontrados se reducen a las *pistas* y *algas* consideradas en nuestra «Nota sobre la fauna paleozoica de la provincia de Lugo» (1), que en realidad no caracterizan por completo, pues se extienden a veces a las capas más bajas del Siluriano; sin embargo, cuando se encuentran en abundancia puede darse como segura la presencia del Postdamiense.

Además de los fósiles clasificados, hay abundancia de cuerpos de contornos extraños y poco repetidos, pero de origen orgánico indudable, que ayudan mucho para la orientación y determinación aproximada del nivel geológico.

Debemos hacer mención especial de las placas de *lingulas* y otros braquiópodos encontrados con frecuencia en este tramo cuarcitoso y que probablemente representan el horizonte de la *Lingulella heberti*, que Barrois refiere a la cuarcita de Cabo Busto (la de *cruzianas*).

Estas losas con *lingulas* sirven para sincronizar este horizonte superior con el mismo tramo del país de Gales, donde se conocen con el nombre de *Lingula flags*, y son más estimables porque nos faltan los fósiles tan característicos del Cambriano superior, como las *oldhamias* y los *trilobites* que hoy se utilizan para la división clásica.

Continúo creyendo que de los interesantes «fósiles de las cuarcitas», son más cambrianos los planos, los de menor penetración en los estratos, pero no se reduce la lista a las especies citadas por mí en los fósiles de Galicia y en la que figuran cuatro especies de *algas*, tres de *tigilites* y una *cruziana*, sino que muchos de los citados en la cuarcita de entrada al Siluriano y aun llegando a la segunda fauna, se encuentran también en las hiladas del Cambriano superior.

Después de algunos años de recorridos en estos terrenos

(1) *Boletín del Instituto Geológico de España*, tomo XVI, página 278.

paleozoicos gallegos, hemos llegado al convencimiento de que, como estudio previo al paleontológico, hay que dar un orden fijo a la sucesión de las capas y después hacer rendir todo su valor a los fósiles en ellas contenidos; al hablar del Siluriano volveremos sobre esta idea.

Haciendo el resumen de lo que llevamos expuesto, el Cambriano quedaría así constituido:

500 metros.	C_1 .	— Pizarras verdes con delgadas calizas.
40 »	C_2 .	— Caliza de Vegadeo.
80 »	C_3 .	— Arcilla de <i>paradoxides</i> y <i>conocorypheos</i> .
200 »	C_4 .	— Pizarras cuarzosas y areniscas feldespáticas (<i>tigilites planos</i>).
300 »	C_5 .	— Losas azules (algas y <i>foralites</i>) con delgados y discontinuos lechos de mineral de hierro.
50 »	C_6 .	— Cuarzitas delgadas y psamitas (<i>lingula flags</i>) (hasta 200 metros).

Los términos C_1 , C_2 y C_3 hay que equipararlos a los períodos georgienses y acadiense de los americanos, por la fauna de *paradoxides* comprendida; los C_4 , C_5 y C_6 forman un grupo bastante natural, por la facies arenosa y de pizarras azules y por los fósiles planos contenidos, entre los que se distinguen las placas de *lingula*.

En Galicia, el Cambriano inferior de las pizarras verdes está muy poco representado; no se pueden señalar claramente más que los valles del Eo y de Lorenzana; es el nivel equivalente a las pizarras verdes de Saint Lô en Bretaña.

El termino que más se destaca en el Cambriano de Galicia y Asturias es la caliza C_2 , inferior a la de *paradoxides*, ya señalada por Schulz y Barrois como fundamental para descifrar los pliegues, y perfectamente aprovechada por Adaro al dar la expresión esquemática de las líneas axiales del diastrofismo asturiano. Y es el Cambriano superior, con sus tramos arenáceo, pizarroso y psamitas, el más desarrollado; a él atribuimos los estratos inferiores a la cuarcita de *cruzianas*, en los cuales es muy frecuente encontrar algas o pistas de *anelidos*.

Nuestra división está perfectamente justificada comparándola con las que se van imponiendo en Normandía (1) al estudiar detalladamente el paleozoico.

Así vemos ocurre en Baja Normandía y en el Maine, en algunos de cuyos sinclinales, como en el de Urville, se puede citar este corte en el Cambriano:

Precambriano, 1; pudingas purpúreas, 2; pizarras y mármoles de Laize-la-Ville, 3; areniscas feldespáticas, 4; pizarras, 5, y arenisca armoricana (2).

En la cual los términos 3, 4 y 5 son perfectamente correspondientes a los de nuestra división. En el Orne, según el mismo autor, se tienen en varios plegamientos insoclinales: precambriano, pudingas purpúreas, pizarras y mármoles, pizarras verdes, areniscas feldespáticas, pizarras rojas y Siluriano, lo cual se repite en Mont-Pincón y Jurques (3).

La misma sucesión se encuentra en Calvados (4).

Rehuímos el paralelizar nuestro corte con otros extranjeros poco parecidos, pues el intento sólo lo sería de suficiencia, violentando las clasificaciones hasta lograr acomodarlas, sin ganar en cuanto a claridad.

Repartimiento geográfico. — En nuestra rectificación hemos restringido notablemente la representación de los isleos cambrianos. Quedan reducidos a los anticlinales de Vegadeo y Foz y alguna faja que asoma en el interior del Siluriano con una disposición de ojal alargado.

Para seguir el de La Vega nos apoyamos en la caliza de Penarronda, la cual continua por Vilavedelle a Vegadeo y

(1) L. LECORNU: «Sur les plissements siluriens dans la région du Cotentin.» — *Bull. Serv. Carte Géol. France*, vol. IV, pág. 397. 1892.

(2) A. BIGOT: *Exc. Géol. en Norm.* — «Livret.»

(3) «Le massif ancien de la Basse Normandie et sa bordure.» — *B. S. G. F.*, 4^e Ser., t. IV, 1904.

(4) A. BIGOT: Obra citada, pág. 937, fig. 19.

desde allí a Ouria y a Veiga de Logares, en donde sufre un gran metamorfismo por algún asomo eruptivo hacia San Andrés; más al Sur, esta caliza anticlinal, con sus dos ramas manifiestas, se ve en Trobo, San Pedro de Neiro, Puebla de Burón, Parada Nova, y después de una interrupción, pero entre estratos de facies cambriana, se vuelve a presentar en Navia de Suarna, prolongándose hasta el granito de Poso y Miravalles con estratos maclíferos contenidos en pliegues silurianos. En los fondos y laderas de los valles que comprende este isleo, va la caliza entre pizarras y encima de ella el *tramo cuarzosos de Ribadeo* (C_4), en las dos orillas del Eo; pero hacia el Sur no están representadas en la misma posición más que las losas azules (C_5) y las psamitas de *lingulas* (C_6); la porción meridional, hasta llegar al granito de los Ancares, está formada de pizarras más o menos metamorfizadas (C_5) con *chiastolitas* en la aureola de la masa eruptiva.

La interpretación del pliegue descrito es, de un modo evidente, anticlinal; pues se encuentra comprendido entre los estratos silurianos de la Bobia y el Mondigo, que se siguen sin interrupción hasta el Siluriano superior de los picos de Ancares y de Arante.

El segundo isleo cambriano a occidente, es el que arranca entre Foz y San Miguel; también es la caliza la roca que hemos seguido para trazarle. En los acantilados de San Miguel se encuentra muy plegada con las pizarras verdes (C_1 y C_2); se prolonga a Villanueva de Lorenzana y Mondoñedo con un buen desarrollo, para formar el hermoso anticlinal de las Sasdonigas y Cueva del Rey Centuolo, en los profundos barrancos de Val Dariña, a cuyos lados van pizarras y areniscas de la facies de Ribadeo (C_4), con losas azules en los altos (C_5). Este conjunto se sigue por Castro de Rey y Castroverde, donde la caliza se hace marmórea y son mayores las marcas de metamorfismo; el anticlinal sigue por las calizas de Baralla,

entre las cuarcitas silurianas, para prolongarse hacia Neira de Jusá y los Montes de Albela, fundiéndose en el gran isleo siluriano del Cebrero. El tramo más desarrollado en esta parte final es el de las losas azules (C_5) y psamitas (C_6), unidas a las cuarcitas.

Este isleo cambriano que desciende hasta Becerreá, se bifurca cerca de Castroverde, y su porción oriental (1) avanza al Norte, siguiendo las calizas de Meira y Riotorto hasta la Mojoeira, donde se vuelve a hundir bajo los estratos ordovicenses.

El pliegue de San Miguel representa una inflexión o pliegue monoclinal, pues al Oeste se apoya sobre el Estrato-Cristalino, mientras que al Este se mete por bajo de las crestas silurianas de Pena Longa, en San Miguel; la inflexión está bien indicada, con la diferencia de buzamientos: al Este, en Foz sobre el estrato, y al Oeste, en las capas inferiores al Siluriano.

Hacia el interior, en el gran isleo siluriano del Sur, hay otras varias manchas de Cambriano; son pequeñas y tienen por fundamento asomos de caliza entre pizarras, con algún fósil del Postdamiense, limitados por pliegues del Siluriano inferior. No las describiremos por dos razones: primera, porque sus dimensiones no encuadran en nuestra rápida descripción, y segunda, porque alguna aun la consideramos dudosa; los fósiles de Cambriano alto pueden corresponder a estratos ordovicenses, y la caliza resultar gotlandiense, convirtiéndose en error nuestro supuesto.

También deseamos aludir a otra clase de isleos cambrianos; son los correspondientes a los contornos inferiores de las cuarcitas de entrada del Siluriano, por las cuales en realidad se han dibujado las manchas de este terreno. Esos bordes corres-

(1) Véase mapa geológico (tomo I, *Hierros de Galicia*).

ponden a las pizarras y psamitas altas del Postdamiense, y el peligro de su clasificación está en la falta de determinación que puedan tener las *pistas* en estos tramos de enlace. Por fin se han considerado en otro tiempo como cambrianos, con criterio general, los estratos pizarrosos del Paleozoico cargados de andalucitas maclas y otros cristales de metamorfismo. Sin embargo, muchas veces estas capas las consideramos silurianas; tal ocurre con la banda cuarcitosa del Oeste, por razones que expondremos, interrumpiéndola donde las cuarcitas faltan, y gran parte de las sierras transversales del Sur, la del Eje y el Invernadero.

Discusión

Deseamos combatir, de un modo decidido, un error anti-guo e importante, que ha tomado carta de naturaleza en la geología gallega: nos referimos a la existencia de las *pizarras de Ribadeo*.

Lo fundamental de nuestras ideas lo habíamos expresado en comunicaciones dirigidas al Instituto Geológico (1), y en el estudio sobre la Costa, sin que por la índole de los asuntos tratados pudiese adquirirse la generalización que entendemos debe de dársele.

Barrois, en su admirable estudio *Recherches sur les Anciens terrains des Asturies et de Galice*, hace la siguiente clasificación para el Cambriano de Galicia:

(1) ADARO: «Criaderos de hierro en Asturias»; págs. 119, 124, 127, 132, 134, 167, 169, 172, 175, 191 y 196. — SAMPELAYO: «Estudio geológico de la provincia de Lugo». — *Bol. Inst. Geol. Esp.*, t. XV, 2.ª serie.

Arenisca de Cabo Busto, 1.500 metros (1), formando la base del Siluriano.

Sistema Cambriano.....	1. — Calizas y pizarras de <i>paradoxides</i> de la Vega, de 50 a 100 metros.....	a) Pizarras verdosas granudas.
		b) Calizas, 20 a 60 metros.
		c) Pizarra y mineral de hierro, uno o dos metros.
	2. — Pizarras de Ribadeo, 3.000 metros.....	d) Pizarras verdosas.
		e) Filadios azulados.

Que difiere muy poco de la que, para el mismo terreno, da para Asturias, y en la cual advierte como observación, que «La division en deux niveaux des Schistes de Ribadeo, proposée ici, n'est pas suffisamment établie par mes coupes; elle demande confirmation». Parece, pues, por esta afirmación y el nombre de Ribadeo aplicado al piso inferior, que es en Galicia donde encuentra la sucesión clásica que le decide a sentarla como norma. Ahora bien, de Galicia no hace más que tres cortes: de Villalba a Lugo en el terreno primitivo y dos en el paleozoico: uno el de la costa y otro de Castroverde a Grandas de Salime pasando por Fonsagrada.

Todas sus referencias son a los tipos de rocas de la costa, y en ese mismo recorrido es donde se encuentra el yacimiento fosilífero de La Vega, mientras que en el corte a Fonsagrada marca los enlaces por conjeturas, sin razones paleontológicas; seguiremos, pues, su corte de Labrada a Porcia a grandes rasgos, para poder señalar de un modo preciso las que suponemos causas de sus afirmaciones y errores.

Empieza su recorrido desde el Estrato-Cristalino de Villalba hasta las pizarras cambrianas de las Sasdonigas, que contienen las calizas de Mondoñedo, horizonte bien equipado al del Cambriano medio de La Vega. En este trayecto hay dos puntos que merecen indicarse: uno es la concordancia

(1) El espesor lo suponemos errata de imprenta.

cia entre el Estrato y el Cambriano y otro es la disposición en sinclinal que tienen las capas en esa parte occidental; ambos hechos, en los que nos apoyaremos más adelante, están, a nuestro entender, bien vistos y bien expresados en el corte.

Desde las Sasdonigas hasta San Miguel la dirección del corte es un poco sesgada a los estratos; casi puede decirse que los sigue en dirección, y así la caliza que marca en dos sinclinales de Mondoñedo la recorrió en realidad al hilo desde las Sasdonigas hasta aquella ciudad. Ahora bien, desde Mondoñedo a Villanueva y muy plegada con las pizarras verdes, la hemos encontrado en los acantilados de la Espiñeira, en la desembocadura del Masma, continuándose esta presentación hasta la playa de San Miguel, sin que Barrois vuelva a aludir a ella.

Por bajo de estas calizas, y como normal, va señalado en el cuadro de Barrois un horizonte de mineral de hierro que yo tampoco he podido comprobar. Lo que sí he visto es que con alguna frecuencia, pero no siempre, la misma caliza de este piso medio tiene concentraciones ferruginosas, pudiéndose citar como ejemplos: Arancedo, La Andina, Vilavedelle, y en particular Veiga de Logares, como veremos en la descripción de los yacimientos correspondientes, sin que en ninguno de ellos se pueda comprobar el lecho ferruginoso, sino más bien pistas y agrupaciones de hierro micáceo que pueden proceder de la segregación de la roca o tener un origen filoniano o metasomático.

Desde San Miguel a Ribadeo sigue una monótona presentación de pizarras y cuarcitas delgadas, que no se interrumpe hasta Pena Rubia y Penarronda, parajes al otro lado del Eo, en los que señala una pudinga siluriana.

Llegamos al punto de interés máximo. Aun cuando en su corte figura Barrois los buzamientos al Este primero, después al Oeste hasta Punta Corveira y otra vez al Este hasta Ribadeo,

lo cierto es que hay una rotura a lo largo de la costa y los estratos de los acantilados buzan al Norte cuando los de los montes próximos al Sur lo hacen en ese mismo sentido meridional; de este modo, con un solo recorrido, únicamente se pueden apreciar los estratos de la costa o sus paralelos del monte, pero no ambos a la vez, puesto que en absoluto no son prolongación unos de otros. Además, hay que tener en cuenta el meteorismo, que es mucho más intenso y está más avanzado en las capas de los escarpes que en las crestas de Pena Longa y el Mondigo. En una palabra, que las cuarcitas y pizarras silurianas sólo están claras en la línea paralela y situada al Sur del corte de la costa, y en cambio en los estratos al pie del mar la facies está muy deformada; y solamente en Pena Corveira parece distinguirse un anticlinal de cuarcita, sin que se pueda clasificar.

Guiándonos por los nombres de los parajes, comprobamos que el recorrido lo hizo Barrois por el borde de la costa, y esto explica el porqué se le escaparon las faunas segunda y tercera en estratos característicos, como lo son las cuarcitas con *cruzianas*, pizarras de *calymene* y ampelitas gráficas con *monograptus*, correspondientes al interior.

El paso de la Ría de Ribadeo en ambas márgenes, lo supone labrado en las pizarras y filadios que, con presentación monótona, forman los escarpes en las ensenadas de Castropol y Ribadeo, y que por su desarrollo justifican, según Barrois, la adopción del título de *Rivadeo*. Estas pizarras no terminan en el corte hasta Punta de Pena da Rubia, donde marca bancos de pudinga siluriana, en el nivel inferior a la cuarcita de Cabo Busto, alternando con pizarras verdes.

Por fin, desde Punta da Rubia vuelve a representar en el corte de las capas inferiores, hasta llegar a la cuarcita de la Atalaya de Porcia, que supone entrada del Siluriano; en este final del corte estamos de acuerdo y no insistiremos.

Volviendo a la ría de Ribadeo, para llevar a un tiempo el recorrido y nuestra rectificación, vemos que todo el escarpe izquierdo, en particular, está constituido por un grupo de pizarras silíceas con cuarcitas delgadas, muy potente junto al muelle de Ribadeo, en cuyas canteras he podido encontrar algunos ejemplares de *algas planas*, que desde luego correspondían al grupo de estratos inferior e inmediato al horizonte de *cruzianas*. En la orilla derecha se ven las pizarras verdes con las calizas, figuradas en otro pequeño corte que hace Barrois, de la ría. Y en ambas márgenes rematan los tramos arenosos feldespáticos con haces muy potentes de pizarras azuladas, con algún banco delgado de cuarcitas, y delgados e irregulares lechos de mineral de hierro, antes de llegar a las psamitas de la parte alta, inmediatas e inferiores a la cuarcita de *cruzianas*. Los yacimientos ferruginosos se encuentran en Vilela y Santa Cruz en la margen izquierda y los del Pousadoiro en la derecha del Eo.

El período de las losas azules se parece bastante, en su composición, al de pizarras azules precambrianas de Barrois, y el hecho de contener con frecuencia el horizonte de mineral, da que pensar si no se trata de los mismos estratos y la confusión de Barrois será una inversión de pliegue.

Desde luego es mucho más constante y mejor presentado el mineral de estas pizarras que el de las calizas.

Con pizarras muy alteradas de este tramo llegamos a la Punta da Rubia, donde hay una brecha pizarrosa *moderna* dispuesta *sobre* los estratos muy inclinados al Oeste, y muy próxima a ellos, en Penarronda, encontramos un hermoso asomo de caliza que pasó inadvertido al Sr. Barrois; desde allí siguen las pizarras y cuarcitas delgadas, ascendiendo de nivel hasta las cuarcitas anteriores a las de Porcia, con las que forma un pliegue claramente siluriano.

Para combatir la observación de la pudinga de la Pena da

Rubia consideramos muy oportuno repetir algunas consideraciones de nuestro trabajo sobre la costa.

De propósito hemos dejado para el final la mancha señalada como siluriana de la Punta da Rubia, en Asturias. M. Ch. Barrois la describe como una pudinga dispuesta en bancos rojizos de uno a dos metros, separados por lechos de pizarras verdes y en la que los cantos no son redondeados, sino simplemente de aristas embotadas, pizarrosos en su mayor parte o formados de psamitas azuladas, cuarcitas verdosas, pardas y de cuarzo; su espesor es de 50 metros. Añade que encima de ellas hay pizarras vinosas, e insiste en que toda la serie se encuentra en estratificación concordante. El nivel geológico que le asigna es superior a la caliza de *paradoxides*, ya en la entrada del Siluriano, relevando a las cuarcitas multicolores de *lingulas* que con alguna frecuencia se encuentran en el ordoviciense de Asturias bajo la cuarcita de *scolithus*.

Este punto de la costa es sumamente interesante, porque pocos metros más allá, al Este de la pudinga, en el acantilado Oeste de la playa de Penarronda, aparece la caliza de La Vega en un hermoso frente de más de 100 metros y sin que haya discordancia entre ella y las capas de la Rubia.

La observación de esta caliza es la que hecha de menos el Sr. Barrois para la fijación definitiva del nivel de la pudinga.

Que es la misma que la unida en Vega de Ribadeo a las arcillas rosáceas de la fauna primordial, se demuestra fácilmente siguiéndola a pasos de La Vega a Vilavedelle, de aquí a las acantilados de la ensenada de Castropol, vuelve a presentarse al Norte de esta pequeña bahía cerca del pueblo de Liñeiras, y siguiendo siempre hacia el Norte por la depresión que marca en el terreno a causa de su mayor facilidad de destrucción, la vemos cerca de la carretera y llegamos por fin a los acantilados de Penarronda. Tiene una particularidad que favo-

rece su seguimiento, y es que adosada a ella y constituyendo pintas en su interior, se ven núcleos de hierro oligisto, y este mineral en forma de cristalitos, impregna también las pizarras superiores a ella; junto a la carretera de Barres son ellas las que denuncian su paso.

Ahora bien: dando por bueno el nivel fijado para la pudinga, como la caliza está más al Este sin discordancia con ella, nos encontraríamos con que al venir subiendo geológicamente llegábamos al contrasentido de que la caliza cambriana se colocase sobre las primeras capas silurianas. Si para evitar este absurdo hubiese supuesto invertido el pliegue, de sinclinal en anticlinal, habría llegado tal y como está croquizado su corte a que la pudinga siluriana fuera inferior a las pizarras de Ribadeo que suponía precambrianas. No habría, pues, colocación para la pudinga presiluriana en el corte de Sr. Barrois. Las vacilaciones de este geólogo están justificadas cuando recuerda que no ha visto en ninguna parte pudingas intercaladas entre las pizarras cambrianas, y como final dice: «Je signale la Punte de Rubia comme un des points les plus interessants a revoir.»

Examinando cuidadosamente esta roca llamada pudinga notamos que mejor le cuadraría el nombre de brecha, pues no está perdida la forma de sus elementos, sino limadas su aristas y unidas entre sí sin arcillas interpuestas; además, vemos que en muchos sitios forma como una costra pegada sobre las pizarras primarias que se descubren en roturas que tiene a modo de ventanas. Para cerciorarse de este extremo basta fijarse separadamente en diferentes capas de brecha o pizarras de las que aparentemente están alternadas, y ocurre con frecuencia que siguiendo una banda de pizarra, la vemos cargarse paulatinamente de trozos de pizarra y cuarcitas que se incrustan en ella hasta llegar a relevar una tongada de pudinga a las láminas pizarrosas que llevábamos al principio o inversamente; saliendo de una tongada los trozos irregulares se van haciendo menos

frecuentes en su hilada, hasta aparecer su prolongación del lecho seguido de otro de pizarras bien estratificadas; no puede haber confusión en pasarse de unas hiladas a otras, porque las láminas de fisibilidad de las pizarras son rectas y están muy bien marcadas (1).

El caso general es pasar de varias líneas salientes de la estratificación de las pizarras a un escudo de cantos de la pudinga que las oculta, o al contrario; pero nada de ello con regularidad y diseminadas sin orden las crestas pequeñas de cuarzo, los manchones de brecha y las ventanas descubriendo la fisibilidad.

En la parte alta del acantilado no se ve esta pudinga, ni se descubre al hacer el corte de La Vega, ni por el monte.

Nosotros le atribuimos un origen pleistoceno, pudiendo representar el sitio por donde descendería al mar una capa de hielo, y en este caso los guijarros de su fondo sin arcilla interpuesta, amparándose por ella, formarían un muro adosado al escarpe y ya los nuevos caerían por encima comprimidos y enérgicamente, pudiéndose llegar a soldarse en una roca en el único sitio que no tenían movimiento. El hecho de estar pegados fuertemente y sin arcilla, hace suponerles una mayor edad que a las demás manchas diluviales.

Debemos advertir que en el tomo XVI del *Boletín*, «Nota adicional», página 304, hemos hecho una rectificación razonada de nuestras ideas sobre el glaciario, cambiando este concepto por el de una enérgica ablación que se podría considerar como pseudoglaciario; preferimos dejar los párrafos tal y como fueron escritos, pues no habiendo visitado nuevamente el sitio no podría variar nuestra impresión, y en cuanto a la explicación del fenómeno sería la misma, con la diferencia de ser menos enérgico el agente productor.

(1) Véanse fotograbados, obra citada, páginas 123 y 127.

Además, bajo la cuarcita de Cabo Busto se encuentran algunas veces capas delgadas y repetidas (en nuestra provincia pocas veces coloreadas), alternadas con pizarras muy fisibles, o muy frecuentemente descansa la cuarcita de Cabo Busto directamente sobre las pizarras que suelen tener coloreados en banditas rojas, negras y azules sus lechos de estratificación. A este horizonte, que es el que asignó Barrois a la pudinga, es al que se refiere escribiendo en su corte general del terreno siluriano: «Grès versicolores *Lingulella Heberti*, pudingues et schistes», y como ejemplos añade Punta Rubia, Las Tornas, Sierra Barayo, Serrón, Canero, Concha de Artedo, Collada del Palo.

En ninguno de estos sitios volvió a señalar el Sr. Barrois las pudingas de la Rubia, reconociendo al hacer los cortes y no encontrarla, que su presencia en España debe ser mucho menos general; tampoco la encuentra en los cortes del Siluriano en Galicia, y que en la misma obra están situadas a continuación del Cambriano y no en la separación de su terreno. Sin embargo, el Sr. Barrois, dándola como sustitución normal de las pizarras y cuarcitas multicolores, la incluye en la base del cuadro general del Siluriano; de este modo, las pizarras de Ribadeo resultan identificadas en cierto modo con las clásicas de Saint Lô, que son las recubiertas en Bretaña con la pudinga.

Esta *pudinga* es el único conglomerado situado en el Paleozoico que encontramos citado hasta ahora en Galicia. Colocada por Barrois esta roca en las capas anteriores al Siluriano y dada como general, pudo hacer sospechar la existencia de tierras emergidas anteriores a los levantamientos hercínios, ya observados por Schulz, y de este modo se enlaza la discusión del Cambriano con la del Estrato-Cristalino.

No pudiendo fundamentarse las afirmaciones de Macpherson en la existencia de pudingas, tendría que estarlo precisamente en discordancias entre las rocas del Estrato y del

Cambriano, y como prueba de que tal debe ser su idea, tenemos el corte número 7 de las cercanías de Foz (1).

Hacia el lugar donde él marca la discordancia no recordamos más que un pequeño pliegue, ya en capas cambrianas, pero que ni remotamente se puede referir a una discordancia entre dos terrenos. Y que no debe ser muy clara la diferencia angular lo prueba que Barrois, al empezar el corte de la costa, pasa del estrato de Villalba al cambriano de Mondoñedo, que él supone hiladas inferiores al Cambriano, y después de hacer notar las grandes analogías en los caracteres litológicos, termina con esta afirmación categórica: «On passe insensiblement des couches archéennes supérieures aux Couches cambriennes inférieurs, je n'ai nulle pas observé entre elles de discordance de stratification» (2).

El profesor Sr. Pacheco, que ha comprobado la disconformidad entre el Cambriano inferior y el terreno Arcaico en Extremadura, Sevilla y Sierras Morena y de Córdoba, intenta en su meritorio *Ensayo de Síntesis Geológica del N. de la Península Ibérica*, armonizar las divisiones de Barrois y Macpherson, paralelizándolas con las hoy aceptadas, pero advirtiéndole que la significación que da a los tramos admitidos por los dos geólogos citados es en concepto dudoso y a título de provisional.

Como es lógico, el cuadro encierra los errores propios de la clasificación de Barrois. Además entendemos que no hay motivo para limitar el Estrato-Cristalino en las micacitas, pues el tramo verde de Macpherson tiene caracteres bastante naturales para estar incluido en el grupo cristalino, y, además, fué trazado por su autor conociendo el trabajo de Barrois, sin que tengan que ver nada las talcitas y cloritocitas del Arcaico

(1) *Sucesión estratigráfica de los terrenos arcaicos en España.*

(2) Obra citada, pág. 410.

de Macpherson con las pizarras azules y verdosas del precambriano de Barrois.

En *resumen*, podemos llegar a dos conclusiones importantes:

1.^a No hemos comprobado hasta ahora ni pudingas ni discordancia angular entre los terrenos Cambriano y Estrato-Cristalino, parte de cuyos isleos más orientales suponemos serán paleozoicos deformados.

2.^a Entendemos deben suprimirse las «Pizarras de Ribadeo» de la clasificación del Cambriano.

CAMBRIANO AZOICO DE ASTURIAS

La separación de isleos en fosilíferos y azoicos dentro de la misma región, nos haría caer en falta importante de exposición. Por otra parte, en lo que al NO. de España se refiere, hay manchas claramente cambrianas sin fósiles que pueden ser perfectamente detalladas en columna estratigráfica, y esto nos decide a fijar aquí los rasgos litológicos principales, refiriendo al lector a la exposición detallada que hemos hecho en el apartado sobre el Cambriano gallego.

Para la exposición del Cambriano asturiano nos concretaremos a un ejemplo, reproduciendo la geología cambriana del Macizo de Salas, ya indicada en la *Guía de Asturias* (1).

Geología del Macizo de Salas. — Los terrenos que lo integran son el Cambriano, el Siluriano y el Devoniano, atravesados por algunos asomos eruptivos.

Es tan clásica la presentación unida que hacen los dos terrenos, Cambriano y Siluriano, que puede servir de lección aun para los avezados en estos estudios.

Lo mismo ocurre en Galicia y Portugal: las líneas geológicas marcadas por el Siluriano son fijas y de gran longitud, y entre ellas y con intermitencias, van asomando y hundiéndose

(1) *Geología del Macizo de Salas.* — SAMPELAYO, 1926.

los isleos cambrianos. Las trazas generales de plegamientos son: N. 40°-50° E. y buzamiento al Norte casi vertical.

Más o menos hemos visto representados todos los pisos: el inferior, de pizarras arcillosas satinadas y tono oliváceo; el medio, con calizas potentes de tonos pajizos y alteradas con frecuencia, sopuestas a unas pizarras, también algo verdosas, con fósiles que atribuimos a la fauna primordial, y el superior en sus dos tramos bien definidos: los azules y cuarcitas arenosas feldespáticas. La oscura y monótona presentación de este terreno, unida a las dificultades de acceso a las murallas silurianas que le rodean, justifican en parte el que, exceptuando La Espina, hayan pasado inadvertidos sus asomos. Su topografía, como de rocas más tendidas y blandas, es suave y da lugar a praderas aprovechadas por los pueblos ganaderos que habitan este país.

Las pizarras oliváceas arcilloso finas (C_1), que consideramos del Cambriano inferior, las hemos visto dos veces bien representadas: en el recorrido de las Estacas a Boinás (1) y en la subida que arranca desde los llanos de Pedregal, al Norte de Tineo, hasta los barrancos al Oeste de Grullo Mayor.

Estas pizarras, como próximas a las calizas, suelen ser satinadas con dendritas de manganeso, y, en efecto, en ambos casos vemos cómo aparece la caliza superpuesta, en Boinás y en Ovés.

La caliza cambriana varía bastante de presentación y con frecuencia lleva pintas de sulfuros de hierro y de cobre.

La caliza aparecida por debajo de las cuarcitas silurianas es el rasgo litológico más distintivo del Cambriano y en el que nos fundamos casi siempre para decidir y figurar este terreno, pues en las demás rocas suele haber alguna determina-

(1) Al Oeste de Belmonte.

ción, es decir, que dar la distribución de la caliza del Cambriano medio es dar el reparto geográfico de este terreno, exceptuando el Cambriano de La Espina, ya figurado por Adaro.

Procediendo de NO. a SE., es decir, en sentido perpendicular a la estratificación general, el primer asomo se ofrece en el pueblo de Ovés en los profundos arroyos que se encuentran en la bajada de La Espina a Canero; esta caliza pasa desde la margen de Pasadorio a Ovés, donde fué explotada, y sus afloramientos y señales continúan por el Cordal de la Cueva con un recorrido total de algo más de un kilómetro. Sobre este afloramiento no hay demarcada ninguna mina, pero lo cito porque no ha sido señalado y ayuda a comprobar el pliegue cambriano de la Sierra de Grullo Mayor; unos 12 kilómetros al SO., en la prolongación del rumbo que tiene la caliza de Ovés, se encuentra la de Radical en Tineo, cerca de la cual se ha recogido la fauna primordial; no sería extraño que se refiera al mismo pliegue cambriano.

La segunda corrida de la caliza acadiense la hemos visto pasar por Santianes y Barca, cortando la carretera, y arrumbada unos 40 grados al NO., ascender por la Sierra de Miranda a Uz, donde se encuentra muy transformada, para continuar, con la misma dirección, por Ordial hacia Rañadorio e Idarga, en cuyos pueblos he visto bastantes trozos sueltos que por Cuevas y Bouga ya no se encuentran; no me sorprendería correspondiese a su prolongación NO. un asomo de caliza dura y poco estratificada que hay en la carretera de Godán, cerca de Arcellana. En cuanto a la prolongación SO. por Tuña y Merillés, será muy probable que se enlace con los plegamientos cambrianos de Cangas de Tineo. Resulta realmente extraño que no haya sido señalada esta larga corrida de calizas por los geólogos, pues va bastante unida al mineral de hierro y hasta el relieve topográfico está en consonancia con

su menor dureza y mayor fertilidad, coincidiendo la corrida en muchos sitios con las colinas suaves, verdes y cubiertas de arbolado.

Por fin la tercer corrida de caliza la hemos visto desde Quintana y Boinás, al Norte de Peña Manteca, continuando al NO. por Valle, Vegega, Santa Marina, Pontigo, Villaverde, Antuñana, Millera y la Brueva, pareciendo que cierra su anticlinal al Norte de la Sierra de Courio. Hacia el Sur se prolonga por Quintana, Vega Labango y Abedul, hasta unirse a los pliegues de la sierra de la Cabra.

El itinerario de esta caliza casi continua es interesante, porque contiene los afloramientos más transformados y mineralizados. Resulta más explicable que no haya sido marcada anteriormente, porque se encuentra defendida por subidas casi inaccesibles de cuarcitas que, arrancando desde los ríos Narcea y Pigüena, la contornean con ellos por Norte, Este y Oeste; al Sur las enormes alturas de Peña Manteca, encierran por completo a estos lindos valles calizos.

En las corridas de caliza de Asturias hemos visto con frecuencia conos que se atribuyen a los antiguos enormes trabajos mineros que suelen estar indicados en el mapa de Schulz, y nos ha ocurrido varias veces en estos casos sospechar y aun comprobar cómo las supuestas enormes excavaciones eran grandes hundimientos de las bóvedas calizas anticlinales al ser socavadas en su parte inferior por las disoluciones de las aguas meteóricas y aun quizá ayudadas por algunas galerías o reconocimientos antiguos; este caso de típico hundimiento del anticlinal es el que creemos ver representado al Norte de Boinás (350), Vegega (520), cuyo valle (560) presenta claramente en sus alturas las cornisas acantiladas que denotan el hundimiento, mientras en el enorme hueco de excavación inferior se ven caídos en desarreglo los peñones de caliza.

El tramo de losas (C_3) o pizarras azules superpuestas a las

calizas lo hemos visto de modo seguro en pocos sitios y corresponde a esta tercera caliza de Boinás y la Brueva. Uno es el trayecto de las Estacas a Boinás, donde se superponen las pizarras arcillosas azuladas a la caliza de Boinás y Quintana, y algunos otros están a lo largo del recorrido de la caliza, debiendo citar de un modo especialísimo las pizarras algo verdosas del pueblo de Villaverde, que tiene fósiles, en varios de los cuales hemos creído reconocer glabelas de *conorypheos* de la fauna primordial.

En otro punto donde creemos ver descubiertas las pizarras cambrianas sobre las calizas del tramo medio es en las altas lomas que acompañan al Oeste la carretera de la Espina a Tineo y que forman la estribación de la sierra de Grullo Mayor. Estas pizarras son arcillosas, pero con lustre y suavidad, que, unidos a su tono oliváceo, hacen recordar los asomos de Cambriano inferior, y aunque en la parte alta de las lomas, o sea sobre las pizarras, se ven las cuarcitas feldespáticas del Cambriano superior, y en el barranco de Ovés hay caliza, según hemos dicho, con las tres rocas (cuarcita, pizarras y calizas) no se encuentran en el mismo corte, no nos decidimos a la afirmación concreta de que las pizarras sobre Pedregal y La Encina sean de Postdamiense.

Las cuarcitas y grawakas del Cambriano superior (C_4) solamente se ofrecen con desarrollo en los altos de Grullo Mayor hasta cruzar de Este a Oeste toda la sierra de Tineo; las he visto en una longitud de unos 8.000 metros, desde el alto de La Espina hasta las Tabiernas (Tabernas) y en una anchura de más de 1.000, de Buspolín al Grullo. El rumbo es el general al NO.; la potencia pasará de varios centenares de metros. La facies litológica de este tramo superior es muy poco variada y se compone de un modo casi exclusivo de cuarcitas y areniscas de granos muy gruesos, mezclados con otros feldespáticos, lo que produce al alterarse la roca una

gran rugosidad y aspereza en la superficie; estas areniscas están con frecuencia bastante tendidas y sobre la tierra vegetal que las cubre se producen frecuentes estancamientos de agua, origen de turbales en formación.

Por lo demás, y en general, las características de estas cuarcitas son parecidas a las silurianas, salvo que las *lleiras* o torrenteras son más bien de arena gruesa suelta o al menos está mezclada a los trozos.

Por la acción de las aguas activas se alteran estas areniscas y llegan a formar crestones hidroxidados muy silíceos.

Z A M O R A

El Sr. Puig y Larraz (1883) considera dividido el Cambriano de la provincia de Zamora en tres tramos: El inferior o de los filadios azules y verdes satinados, a veces chistolíticos con cuarcitas oscuras interestratificadas, es el que ocupa menos espacio, lo mismo en sentido vertical que de superficie. El tramo medio se forma de grawakas sericíticas nodulosas con filadios alternados y espesores de 3.000 a 6.000 metros, que representa la mayor parte del total, y, por fin, el superior, compuesto de pizarras arcillosas y magnesianas, a veces carbonosas, con otras satinadas (filadios), con óxidos y pirita de hierro, con potencia de 150 a 300 metros como el tramo inferior, pero con mayor extensión que aquél.

Esta clasificación de confusos rasgos petrológicos no se ofrece completa casi nunca, y en muchos de los sitios citados, a los que de modo fatigoso y monótono se va llevando la descripción de los rasgos principales de alguna de las capas, parece más bien que el tramo inferior y parte de las grawakas intermedias corresponden al Postdamiense inferior, y decimos esto por varias razones, como la presencia en algunos sitios de un lecho de hidróxido de hierro (pág. 69, Puig y Larraz); contiene con frecuencia cristales de pirita, y el tramo de pizarras azules, que suelen tomar el aspecto de chistolíticas (patas de

gallina), al ponerse en contacto con el granito más bien hacen recordar al tramo alto o losas del Mondigo, en el Postdamiense gallego. Además nos pone sobre aviso, en cuanto a nuestra opinión, de que la concordancia de las cuarcitas ordovicenses es perfecta con los estratos inferiores, los cuales se componen no sólo de los filadios, sino de areniscas micáceas tableadas con grawakas, algún lecho de hierro y hasta *scolithus perforantes*, que suelen anunciar el Siluriano.

En alguna ocasión aun tendríamos la duda de si las alusiones a tramos cambrianos, en Zamora, no irían a recaer equivocadamente en horizontes hasta del Gotlandiense; nos hace sospechar esto alguna hilada de materia carbonosa blanda con pirita (pág. 74) y algunas pizarras nodulares a lo largo del Aliste. En resumen: el único tramo que parece deducirse francamente por la repetición de su facies es el inferior, Postdamiense o Supracambriano.

REGIÓN PIRENAICA

Señala el Sr. Mallada la difícil clasificación de las manchas paleozoicas pirenaicas, no sólo por su metamorfismo, en parte dinámico, sino por la presentación torturada y confusa que ofrecen los estrados plegamientos entre los secundarios y paleozoicos.

Distribuye los isleos para su exposición en: pirenaicos, otros vascongados, los aragoneses y, por fin, los que a Cataluña se refieren.

Mancha de Aranaz e inmediatas. — Está tocando el monte de Haya y comprende Echalar, Vera, Articuza y Goizueta. A nuestro entender carece de fundamento, pues parte de ella, que hemos podido reconocer atentamente, entre Articuza y Goizueta, tiene caracteres mucho más afines al Dinantiense pirenaico, por sus calizas bandeadas y psamitas, que a ninguno de los pisos del sistema Cambriano.

Gran faja cambriana internacional. — La indecisión en la forma, extensión y composición de esta gran mancha, está muy bien representada en el siguiente párrafo del Sr. Mallada: «Tal como se representa en el Mapa, no mide menos de 360 kilómetros de longitud desde los Alduides hasta tocar el Mediterráneo en los cabos Bearn (Francia) y de Creus, si prescindimos de dos interrupciones superficiales diluviales que se

notan hacia Prades (Pirineos Orientales). Larga sería nuestra labor y a poco útil conducente si hubiésemos de reseñar, aunque fuese muy a la ligera, los contornos y linderos de esta faja; los infinitos cabos, golfos, picos, apéndices y ramificaciones entre otros terrenos que en ella se dibujan, y que seguramente serán modificados en las ediciones de los Mapas de España y de Francia que se vayan sucediendo una tras otra. Por ser el más antiguo o el más trastornado y el más pobre en restos orgánicos, ha sido y seguirá siendo este sistema el peor conocido de todos en la región; y tanto de él como de los demás paleozoicos de esta parte del reino, habremos de tomar a beneficio de inventario los datos que revisemos y que debamos trasladar a nuestra descripción.»

El fundamento de la suposición de la edad de estos variados estratos se encuentra probablemente en el contacto con las manchas graníticas que metamorfizan las pizarras arcillosas, las cuales se cargan de silicatos de aluminio en las aureolas, mientras que por el otro se ofrecen los bordes claros de Siluriano; por lo demás, y según preveía el Sr. Mallada, la gran mancha se ha ido fraccionando en España y Francia hasta la forma y figura que tienen en la representación actual.

Guipúzcoa y Navarra

Comprende la antigua explicación del Mapa en este epígrafe las manchas primarias que se encuentran en el recorrido de Pamplona a Irún y que consisten sucesivamente en: las pizarras de Sumbilla arrumbadas al NE. con grawakas pizarreñas y filadios tegulares en algunos sitios; cerca del puente de Lesaca son los estratos pizarras silíceas con otras carbonosas y grawakas; caracteres parecidos con tránsito a pizarras lucientes y micacitas se encuentran cerca de Arano. En Vera hay

algún banco de cuarcita con pizarras y algún conglomerado entre pizarras gris verdosas. Al pie de Capicúa las rocas cambrianas se metamorfizan al contacto del granito. En Urdax, según el Sr. Mallada, las pizarras cloriticas con filoncillos de cuarzo tienen aspecto cambriano, pero ya luego hasta el puerto de Otsondo reconoce el comentador que el aspecto es más bien Siluriano o Devoniano. Entre Roncesvalles y Valcarlos dominan cuarcitas y pizarras silíceas dadas como cambrianas por Mallada y coincidiendo con el Sr. Palacios quien, en el año 1919 (*Las formaciones cambrianas de Navarra*), ya entre Altobiscar y Mendizurri, en estratos correspondientes al isleto de que tratamos, expone la disposición anticlinal, por bajo de la cuarcita armoricana, con lo cual viene a confirmarse la existencia del Supracambriano, que ya se presumía ante los rasgos litológicos apuntados. Otra mancha se cita al Oeste de las Alduides, en el áspero macizo internacional, y la base de cuyos estratos primarios, entre los mesozoicos, son: pizarras azuladas, alguna caliza hacia Elorrieta y pizarras micáferas y silíceas alternadas con cuarcitas amarillentas y ferruginosas con algo de malaquita y cuarzo.

En resumen, y sin detallar los isleos de Guipúzcoa y Navarra tenidos por cambrianos, parecen referibles a los pisos extremos, no ofreciéndose muy clara la representación del Mesocambriano; también podría darse el caso de que alguna de las ocurrencias fuese atribuible a estratos más modernos, deformados por metamorfismo.

Huesca

Todas las manchas geológicas atribuidas en Huesca por el Sr. Mallada al sistema Cambriano, se comprenden de modo alargado de Levante a Poniente y cortadas esencialmente en

sus raíces por los profundos barrancos de los macizos más ásperos del Pirineo. Comprenden los isleos desde Panticosa al Valle de Arán; como idea resumen puede decirse hoy que la mayoría de ellos corresponden a terrenos más modernos que el Cambriano y algunos de los cuales no están representados todavía de este modo por no haber tenido presentes correcciones fundadas en fósiles y datos inéditos.

Las primeras manchas señaladas en el valle de Tena tienen predominancia de pizarras negras alternadas con bancos de calizas sacarinas blancas, reemplazadas después con pizarras silíceas hasta el Puerto de Panticosa, manchas tenidas hoy, como las pizarras de Cauterets, por devonianas; lo mismo ocurre en las capas de Croto, filiadados nodulosos que, precisamente por esa textura, quizás pudieran referirse al suprasiluriano donde predominan las pizarras con amígdalas.

La segunda faja señalada por Mallada como cambriana y figurada en el mapa del año 1919 es la que desde Benasque rodea los Montes Malditos y Aneto por los Baños, el Hospital, el Esera, Posets y Picada hasta penetrar en el Valle de Arán.

Estas capas que en Cerler, junto a Benasque, contienen *tentaculites* atribuibles al Siluriano superior o al Devoniano, entrando después por el Esera se cruzan las calizas y pizarras nodulares muy comprimidas que suben por Vallibierna y se resuelven en calizas con *crinoides* del Gotlandiense al Devoniano, según hemos podido comprobar en los estrechamientos del río de Gorgas Galantes. Del mismo modo todas las pizarras y calizas que se van encontrando por la Maladeta hasta el refugio de la Renclusa son homotáxicas con tramos paleozoicos del Suprasiluriano al Dinantiense, es decir, superiores a los pisos cambrianos supuestos para la representación. Entre Benasque y los Baños también se encuentran pizarras carbonosas que pasan a ampelitas gráficas y se dividen en hojas irregulares, cruzadas por numerosas vetillas de cuarzo y grietas con

aflorescencias de alumbre, expresión que equivale al planteamiento del gotlandiense, y lo mismo se puede decir de los estratos del pico Aragüells y otros puntos de Vallibierna, en los que una variedad de ampelita encierra muchos nódulos y, a veces, bastante desarrollados.

En el valle de Bielsa los caracteres petrológicos dominantes tienen afinidad con las series cristalinas, talquitas nodulosas relucientes por Tringonier y Ordiceto asociadas en la subida de Forqueta a otras cuarcitíferas, entre las cuales se intercalan filadidos carbonosos. En los puertos de la Madera y de la Pez hay talquitas muy visibles, y en el salto del Gato filadidos con otrelita, el conjunto de todos cuyos estratos demuestra una aureola metamórfica de las que rodean los isleos graníticos, sin que se pueda precisar el Cambriano, ni siquiera aproximarle con gran probabilidad.

En los picos de la Mina, subiendo al río Esera, antes de llegar a Aguas Tuertas, hemos podido encontrar nosotros *Spirifer* y *crinoides* en caliza, como fauna devoniana.

Ya el Sr. Mallada, al hablar de los barrancos y afluentes del valle de Benasque, como los de Quitterola, Lardana y pico de Alba, que rodean a Aneto y la Maladeta, reconocía que su aspecto cristalofílico se relacionaba con las masas hipogénicas, y por eso decía que la referencia de que estos isleos hacia el Cambriano era sólo de manera provisional; observación análoga extendía respecto a las depresiones de los íbones situados al pie del puerto de Oo.

Como fósiles de estas dos grandes zonas cambrianas de Mallada: Panticosa y Benasque, tenemos en la primera los *monograptus* de cerca de Cauterets recogidos por nosotros (1), y en Benasque además de los *tentaculites* de Cerler y los *Crinoides* que hemos encontrado en Gorgas Galantes, un ejem-

(1) ALEJANDRO H. SAMPELAYO.

plar de *Choetetes* encontrado hace tiempo en Peña Blanca de Benasque, y ya discutido entre el Siluriano y Cambriano.

En resumen: todas las antiguas manchas de los Pirineos aragoneses no confirman el paleozoico inferior, y más bien tienden hacia los sistemas Siluriano y Devoniano, aun en las masas cristalofilianas de contacto eruptivo.

Provincias de Gerona y Barcelona

Las manchas de Gerona se representan actualmente en el Siluriano.

En Barcelona, Vezian supuso tres tramos, de los cuales el inferior tiene carácter cristalino, y los otros dos ofrecían facies silurianas, las pizarras del medio por ser ampelitosas, y las superiores enlazándose con el período superior.

Los grupos definidos por Maureta y Thos han sido distribuidos, con los estudios posteriores, entre los sistemas Siluriano, Devoniano y Carbonífero.

Las pizarras rojas de Papiol ofrecen un caso de ejemplaridad en cuanto a clasificación deficiente de las faunas; atribuidas estas capas al Cambriano por Almera, fundándose en la suposición de Barrois, que confundió las puntas generales de los *trilobites* con las de los *paradoxides*, hubo que rectificar figurándolas en el Paleozoico superior, al demostrarse por el Sr. Pruvost (1912-14) la identidad de estos fósiles con los *crenistrías* como característicos del sistema Carbonífero.

Pirineos catalanes

Los pequeños y diseminados rodales que en otro se atribuyen al Cambriano, en el Pirineo catalán se han ido incluyendo en terrenos más modernos o en los del Estrato-Cristalino, hasta quedar casi anulados.

Provincia de Lérida

Los tramos litológicos que según el Ingeniero Aldana distinguían los sistemas Cambriano y Siluriano, se aplican a los valles de Turán e Iñola, y se refieren a pizarras cristalinas, calizas y areniscas, sin que se pueda deducir si los dos últimos podrían en algún caso representar al Acadiense y al Supracambriano. Las pizarras y calizas de Viella, que se prolongan desde Coll del Toro, aun atribuidas por Mallada al Cambriano, nosotros las suponemos más modernas por la semejanza que tienen con las aragonesas de Gorgas Galantes con *crinoides* del Siluriano superior al Devoniano.

Los demás isleos citados hacia Vilac y valle de Andorra, cerca de la Frontera, se encuentran influenciados por batolitos eruptivos sin ofrecer rasgos petrológicos que inclinen al sistema Cambriano.

REGIÓN CENTRAL

Incluimos en este apartado los isleos de las provincias de Madrid, Guadalajara, Segovia, Avila y Salamanca, dejando los de Ciudad Real y Toledo en la región Bética-Extremeña.

Madrid y Guadalajara

Manchas del Lozoya. — Dos manchitas fueron indicadas por Mallada, rectificando los estudios de Prado para la provincia de Madrid: una por los términos de Paredes de Buitrago, Patones y Puebla de la Mujer Muerta, y otra más pequeña y paralela, sobre la que está edificada la aldea de Alpedrete. Ambas se fundan de modo lógico en la colocación inferior e inmediata de los estratos respecto a los de la mayor mancha siluriana de Puebla y Valverde, bien clasificada paleontológicamente por Prado, y en consecuencia esos isleos pequeños deberán ser postdamienses.

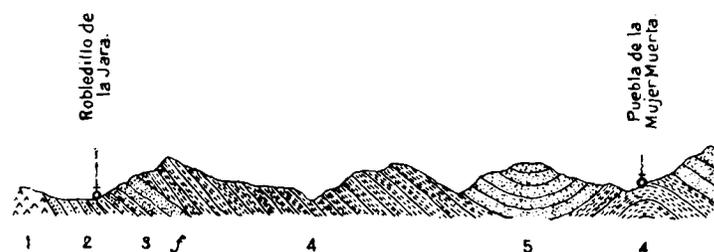


Fig. 10. —Corte de Robledillo à la Puebla de la Mujer Muerta.

1. Granito.
2. Micacitas blandas.
3. Cuarcitas y pizarras.
4. Filadios cambrianos.
5. Cuarcitas de *cruzianas*.

Volvemos a Guadalajara y Madrid. Prado, con claro sentido advierte en su descripción física y geológica de la provincia de Madrid, que no hay terreno intermedio entre el gneísico y el siluriano, pero Mallada, al hacer unos recorridos próximos a la publicación de la explicación del Mapa (1896), asegura la existencia del Cambriano fundándose en dos razones, según se deduce de su exposición: la discordancia que tienen en algunos sitios las capas silurianas con las pizarras inferiores y la presencia constante de una masa de estratos, pizarrosos o cuarcitosos, por bajo de las cuarcitas ordovicenses de *Cruzianas*; en cambio el repetido argumento de que sean cambrianas las pizarras otrelíticas o con silicatos de alúmina no tiene en nuestra opinión consistencia alguna, pues las pizarras ordovicenses, en contacto con los batolitos eruptivos, toman como los cambrianos, aspecto de aureola (Navia, Boal).

Opinamos que, en efecto, son cambrianos los estratos inferiores a la cuarcita armoricana y desde luego referibles al Postdamiense; nos apoyamos para nuestra suposición en la analogía de composición con el supracambriano del Noroeste de España, en el cual se ofrece un tramo de areniscas y psamitas con *pistas*, y las losas o filadios del Mondigo; en el isleo central se encuentran los tramos homotáxicos; un kilómetro a Poniente de Alpedrete las pizarras silíceas con *señales vegetales*, y en Atazar y Collado de la Fragüela, por ejemplo, se encuentran los filadios divisibles en grandes hojas por bajo de las cuarcitas de *Cruzianas*.

Cuadra aquí una consideración de importancia en cuanto a la clasificación hecha sobre fundamentos litológicos. Siguiendo los contornos del Cambriano vemos que por su lado occidental, que es el contrario al límite Siluriano, van tomando los estratos un marcado carácter cristalino que, a medida que se marcha a Poniente, se va acentuando hasta llegar a la zona de aureola en contacto con el terreno granítico del Guadarrama.

ma, justificándose con ese prolongado aspecto su inclusión en el terreno Estrato-Cristalino, bien denominado así en esta ocasión, puesto que no se prejuzgaría si parte o la totalidad de las capas pueden o no proceder del paleozoico metamorfozadas. En resumen, como justificación de los geólogos españoles, es perfectamente natural la inclusión en el supracambriano de los estratos infrapuestos a los ordovicienses, y lo es del mismo modo la referencia al sistema cristalino de estas mismas capas metamorfozadas, supuesto que no tiene relación alguna con el Arcaico, aunque reconozcamos que es momento de suprimir el dualismo, representando el Postdamiense en los mapas de modo exclusivo. Caso semejante al que acabo de analizar se ofrece hacia la parte de Hiendelaencina rigurosamente censurado por Lotze, en su obra sobre el Cambriano de los montes Celtibéricos; la mancha criticada es homóloga de colocación y doble aspecto litológico (postdamiense y cristalino) próxima al gran isleto siluriano de Valverde.

Segovia

Mancha de Santa María de Nieva. — Pequeño isleto aislado que asoma por bajo de los depósitos horizontales modernos y está compuesto de pizarras de aspecto siluriano; quizás la razón fundamental de la supuesta edad cambriana haya sido la intercalación de las pizarras primarias entre dos asomos graníticos con pegmatita, tan abundante en mica potásica de gran tamaño que servirían los afloramientos para una explotación.

Una suposición de que al menos en algunos de los sitios de la Mancha de Nieva (cerca de Bernardos) puedan pertenecer al Ordoviciense es la presentación tegular de parte de los filadíos, fundada en la propiedad de los cuales, según

el Sr. Cortázar, podría fundarse una industria lucrativa; sabida es la frecuente tendencia tegulina del segundo tramo del infrasiluriano (segunda fauna, pizarras de Luarca).

Avila

La mancha conservada en los mapas al Norte de la Sierra de Avila desde tiempo de Mallada, se compone de cuarcitas micáceas y filadíos algo verdosos, cruzado el conjunto de cuarzo filoniano y tomando caracteres metamórficos y cristalinos en general al ponerse en contacto con el Estrato o el granito. Se trata desde luego de un elemento tectónico herciniano, puesto que dominan en conjunto los buzamientos al NE. y SO.; el conjunto de estratos cuarcitosos y síliceos pizarreños hace suponer el Postdamiense.

Salamanca

Las manchas figuradas como cambrianas en la provincia de Salamanca son las mismas señaladas por Mallada sin expresar el fundamento de su clasificación azoica.

Poniendo atención en las descripciones se deduce que hay dos empirismos que, a modo de síntomas, le sirven de apoyo en su sincronización: nos referimos a la frecuente presencia de filoncillos de cuarzo cortando las capas y a la cristalinidad o aspecto metamórfico de los estratos; en la rápida descripción (seis páginas) de unas seis manchas que es a las que se reducen las recortadas entre los demás terrenos, repite 16 veces el dato de los filones de cuarzo y hace 20 veces referencia a la aparente cristalinidad en diversas formas, como filadíos satinados y lustrosos, capas micíferas, chistolíticas, etc.

No se puede negar valor de aproximación para la clasificación cambriana a ninguna de las dos clase de datos, pues, en efecto, son frecuentes las cuñas y corridas de cuarzo en los tramos más antiguos de los terrenos primarios y del mismo modo suelen tocar los batolitos eruptivos las masas de estratos cambrianos sobre los que se marcan las aureolas de metamorfismo con todo ese aspecto de cristalinidad, pero en ninguno de los dos casos se pueden tomar ninguna de las dos indicaciones como determinancia completa ni siquiera muy aproximada, pues en los pisos pizarrosos del sistema Siluriano, por ejemplo, se desenvuelven algunas veces las mismas ocurrencias de facies.

Repasando las descripciones de los isleos sin esos prejuicios, con la idea de encontrar homotaxias entre las presencias litológicas, vemos que únicamente y sólo de modo probable se podría suponer como del Postdamiense los bancos de cuarcitas pizarreñas en la mancha a Poniente de Salamanca, donde se repiten las cuarcitas, y lo mismo ocurre por Monterrubio y San Pedro de Rosados, donde las pizarras lustrosas alternan con cuarcitas y filones de cuarzo; de Endriol a Linares, donde las pizarras silíceas pasan a cuarcitas pizarreñas con la facies tan típica en el supracambriano, el Acadiense podría quizá estar representado por los horizontes que contienen calizas, sólo atribuibles, fuera de ese tramo, a la parte alta del Arcaico, no demostrada en esa zona, como tampoco lo está el Siluriano superior, que también contiene calizas normalmente. Son tramos calizos los comprendidos entre Aldea del Obispo y Barba de Puerco, donde alternan las suaves con otras silíceas pardas; entre Mozarves y Arapiles hay también una faja de dolomía de tres metros de espesor, y mayor importancia tiene la zona de caliza dolomítica entre las pizarras próximas al granito que se extiende al NE. de Sequeros por el Endrinal y Linares, con la significación mesocambriana de estar inmediatas al tramo

de cuarcitas pizarreñas. Por fin debemos citar en este grupo la caliza dolomítica del Lentejón del Pito, a tres kilómetros de Villavieja, acompañada por otra caliza arenosa llamada *borra* por los canteros del país, caso de emparejamiento tan frecuente en los asomos de la caliza acadiense en el NO. de España.

Entre los tramos que quizá deben ser atribuidos al Siluriano más que al Cambriano, figuran los estratos paleozoicos que, al Sur de Sequeros, se interponen entre la mancha siluriana de la Sierra de Francia y el granito de Béjar, los cuales consisten en pizarras carbonosas de colores oscuros, y entre la frontera portuguesa y Ciudad Rodrigo las pizarras del Castillo de Martín Viejo, que son duras, compactas y gris-verdosas fáciles de serrar y pulimentar, propiedad, sin embargo, que no es exclusiva del Ordoviciense, pues también la suelen tener las losas de la parte alta del Postdamiense gallego (?).

REGIÓN BÉTICA EXTREMEÑA

Con esa denominación incluye el Sr. Mallada las manchas de las provincias de Cáceres, Badajoz, Ciudad Real, Jaén, Córdoba, Sevilla y Huelva; nosotros separamos las correspondientes al macizo andaluz, con lo cual la región debería denominarse Centro-Extremeña, pero no cambiamos el nombre porque estando enlazados los isleos orienta mejor el nombre antiguo al consultar la obra de Mallada.

Exceptuando los afloramientos de los cortijos de Malagón en Ciudad Real, todos los demás son azoicos, y su clasificación ha tenido fundamentos de orden estratigráfico muchas veces, por encontrarse los isleos bajo la cuarcita de Cabo Busto; otras veces ha servido de razón el empirismo de suponer que todas las aureolas de pizarras metamórficas alrededor del granito eran cambrianas, y por fin con frecuencia ha mandado la intuición de suponer facies típicamente cambrianas, las paleozoicas pizarrosas cruzadas con filones de cuarzo.

Estos argumentos que señalamos se desprenden de las explicaciones previas de Mallada antes de exponer los detalles de los isleos, pues muy acertadamente dice: «Marcados con tosca aproximación los contornos de todas las manchas, excusamos advertir, otra vez más, que las cifras señaladas, sin ser definitivas, no están muy apartadas de la realidad; pues de

fijo en los sucesivos retoques resultarán ciertas compensaciones en lo asignado de más a expensas del Hipogénico y del Siluriano, y lo apuntado de menos, todavía involucrado en estos dos últimos. Las tres formaciones reunidas y entrecruzadas por toda la región imprimen a ésta una fisonomía especial muy diferente del resto de la nación, y es ya de muchas personas conocido que a la zona comprendida entre el Tajo y el Guadalquivir, constituida principalmente por la cuenca del Guadiana que la surca en su centro, corresponde una de las fracciones más áridas y menos pobladas de la Europa occidental.»

Sin que pueda servir como definitivo ni justificativo el aserto de que al Cambriano se distinga por «un conjunto de caracteres especiales, que una vez apreciados, permitan su rápida determinación sin necesidad de restos orgánicos cuya falta es casi absoluta» (pág. 124, op. cit.).

Cáceres

Todas las manchas señaladas en esta provincia carecen de restos orgánicos, y ninguna de ellas tiene rasgos litológicos que hagan sospechar concretamente alguno de los pisos del Cambriano. Como carácter general, los isleos cacereños se componen de pizarras de distinta consistencia y tono, cruzadas a veces por filones de cuarzo, y afectadas otras por el metamorfismo en las aureolas de los batolitos eruptivos. Este predominio pizarroso hace que las posibles referencias de los macizos representados se limiten o al Cambriano inferior o a la parte alta del supracambriano, en las losas del Mondigo, que son los dos tramos en los que dominan las pizarras; por lo demás, en nuestra opinión quizá correspondan al Siluriano extensiones considerables de los macizos pizarrosos, y nos

apoyamos para nuestra afirmación en varias propiedades: en la tegular, tan típica en el Ordoviciense; en las presentaciones nodulares dominantes en el Siluriano superior y en el contenido de cristales de sulfuros en las pizarras blandas, paragénesis de cierta normalidad en los tramos gotlandienses. En apoyo de esta existencia del Supracambriano, podemos decir que en Villa Real de San Carlos, en el centro de la alargada mancha siluriana, que de Levante a Poniente corta la provincia, hemos encontrado ampelitas propias del Gothlandiense en la situación estratigráfica de rellenar un sinclinal; además, y como dato empírico que hemos comprobado repetidamente en la región NO. de España, los aluviones cuaternarios rojizos y auríferos, suelen derivar de los terrenos de ampelitas piritosas, la cual por rápida oxidación produce el tinte vivo en las arcillosas y el desprendimiento del oro contenido; tales propiedades de las pizarras piritosas se comprueban en los diluviales próximos a la Sierra de la Serrana, en los isleos de Coria en la Bazagona, Alagón, etc.

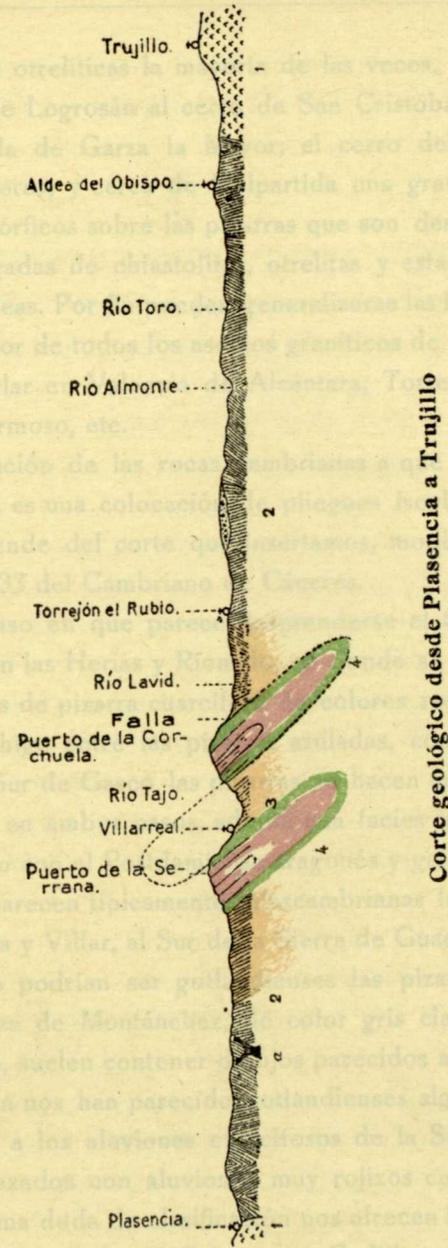
En apoyo de nuestras suposiciones comentaremos, de pasada, la exposición del Sr. Mallada en los isleos cambrianos de Cáceres.

El conjunto de las pizarras que envuelven los asomos eruptivos, dioríticos o graníticos, se arrumba de O. 36° N. a E. 36° S., con buzamiento dominante hacia el SO.

Entre los isleos con facies cristalina que quizá haya determinado su inclusión en el Cambriano, figuran: las pizarras entre Brozas y Villa del Rey, con apariencia de filadios cloríticos y otrelíticos; los filadios que cubren el granito al Sur de Gata, que son micáceos y deleznales; los estratos de las sierras de San Pedro y Montánchez que rodean al granito, y en su contacto hacen el lustre más vivo y se impregnan de mica, lo mismo que los comprendidos entre Trujillo y Casas de Don Antonio. Las zonas metamórficas de aureola con pizarras

El Sistema Cambriano

Explicación del nuevo Mapa Geológico de España



Corte geológico desde Plasencia a Trujillo

1. Granito.
- 2-3 Pizarras cambrianas.
4. Cuarcitas ordovicienses.
5. Sinclinales gotlandienses.



chiastolíticas y otreolíticas la mayoría de las veces, tal ocurre subiendo desde Logrosán al cerro de San Cristóbal; la zona metamorfoseada de Garza la Mayor; el cerro del Viso al Oeste de Cáceres, y cerca de Malpartida una gradación de efectos metamórficos sobre las pizarras que son desde lustrosas hasta cargadas de chiastolitas, otreolitas y estaurolitas, y después micáceas. Por fin pueden generalizarse las facies cristalinas alrededor de todos los asomos graníticos de la provincia, en particular en Valencia de Alcántara, Torre Don Miguel, Montehermoso, etc.

La distribución de las rocas cambrianas a que se refiere el Sr. Mallada, es una colocación de pliegues isoclinales, según se desprende del corte que insertamos, modificado del de la página 133 del Cambriano de Cáceres.

Un solo caso en que parece desprenderse el Cambriano se encuentra en las Herias y Riomalo, en donde se intercalan algunos bancos de pizarra cuarcífera de colores rojizos o de flor de albéchigo entre las pizarras azuladas, como filadios tegulares. Al Sur de Gasco las pizarras se hacen muy silíceas y el conjunto, en ambos casos, adopta una facies homotáxica en cierto modo con el Postdamiense aragonés y galaico.

También parecen típicamente infracambrianas las pizarras de Valdelacasa y Villar, al Sur de la Sierra de Guadalupe.

En cambio podrían ser gotlandienses las pizarras de El Campo y Zarza de Montánchez, de color gris claro, y que, según Mallada, suelen contener dibujos parecidos a los *graptolitos*; también nos han parecido gotlandienses algunas pizarras próximas a los aluviones cuarcitosos de la Sierra de la Serrana y enlazados con aluviones muy rojizos cuaternarios; por fin, la misma duda de clasificación nos ofrecen las pizarras arcillosas foliáceas entre el Cabrioso y Cedilla, cargadas de hidróxido por alteración de las piritas.

Badajoz

Los isleos de Badajoz tienen en conjunto el mismo rumbo de todos los de Extremadura, NO.-SE., con el cual penetran en Andalucía. Se conservan, aproximadamente, los descritos por D. Gonzalo Tarín, y como caracteres generales tienen: ser coincidentes en diastrofismo con los silurianos y cristalinos; dominio de filadios azulados y pizarras abigarradas, entre las que se intercalan calizas de texturas diversas, presentaciones que, dentro del Cambriano, podrían coincidir con los tramos pizarrosos abigarrados de Aragón: en el Georgiense, pizarras de Huérmeda y de Jalón, mientras que los términos calizos podrían representar el Acadiense. Las delimitaciones en estos haces azoicos no se pueden precisar y se correría el riesgo de darse como cambrianos algunos tramos silurianos.

Al final del apartado sobre el Cambriano andaluz fosilífero (pág. 375) damos cuenta de un isleo descubierto recientemente en Alconera (Badajoz).

Ciudad Real. — Toledo

Entre estas dos provincias se reparte la gran mancha siluriana del centro de la Península y, sin duda alguna, una de las mayores de Europa. Dentro de ella se comprenden los isleos cambrianos que detallaremos. Todo este paleozoico se arrumba en el sentido herciniano de O.-NO. a E.-SE., entre los granitos de Toledo al NE. y el de Pozoblanco al SO.; dentro de esta mancha y en el sentido del plegamiento y no en el de

Levante a Poniente, como se ha supuesto (1), se extienden los asomos cambrianos, compuestos preferentemente de pizarras difícilmente discernibles de las silurianas y desde luego concordantes con ellas, puesto que paulatinamente y por aumento de cristalinidad suelen pasar los esquistos cambrianos hasta los del Estrato que rodean los batolitos del granito, sin que se acuse discordancia ni pudinga ni otro rasgo litológico detrítico que la señale, a excepción de la cuarcita de la Sierra de Altamira y Abenjojar, quizás en larga prolongación, que parece referirse a un movimiento local. En un solo caso, en el del valle de Malagón, se ha encontrado fauna; en los demás suponemos que dos datos empíricos han contribuido a su afirmación: su colocación por bajo de las cuarcitas ordovicenses, que quedan coronando las cimas en amplios pliegues representantes de la bóveda que cubriría de modo continuo el anticlinal del valle, y la carencia completa de fósiles, haciendo contraste con la relativa abundancia de restos orgánicos de los estratos silurianos y devonianos de este centro peninsular paleozoico.

Admitida desde luego la concordancia entre los dos primeros sistemas paleozoicos, debemos no obstante advertir que los cambios de buzamientos cambrianos son mucho más frecuentes que en el Siluriano, y en ocasiones nos ha parecido descubrir una diferencia angular bien apreciable en el rumbo de los estratos de ambos sistemas.

Las rocas más repetidas de los isleos son pizarras verde amarillentas, como en el valle de Alcudia; filadios lustrosos versicolores bien manifiestos en el valle de Porzuna, y grawkas compactas o pizarreñas, de dureza y color variables y algunos trozos de filadios; las diabasas interstratificadas son muy frecuentes en el Cambriano.

(1) MALLADA, 140. — *Cambriano de Ciudad Real.*

El isleo fosilífero es el del valle de los Cortijos de Malagón, las capas del cual son grawakas micáferas, especie de psamitas de tono gris verdoso claro, bastante deleznable, en las que se encontraron algunas cabezas de un *trilobites* clasificado por Barrande y Verneuil como del género *ellipsocephalus*, sin absoluta seguridad, y del cual hicieron la especie *E. Pradoanus*, dedicándola al insigne Dr. Casiano de Prado, que fué quien los encontró (1855), considerándolos como de la fauna primordial, supuesto confirmado por los paleontólogos franceses, quienes encontraron que el *Ellipsocephalus* de Malagón era semejante al de Bohemia, ya referido en Praga a la primera fauna (C) de Barrande. Queda pues sentado que Prado, que había de ser poco tiempo después (1859) el descubridor de la clásica fauna primordial de la Cordillera Cantábrica, ha sido el primero que dió a conocer fósiles estrictamente cambrianos, y si en la época de su encuentro y clasificación podía existir alguna vacilación, hoy queda anulada, pues gracias a su observación estratigráfica rigurosa vemos cómo sobre las capas de los *trilobites* primarios descansan capas cuarcitasas con *fucoïdes* y encima de éstas las cuarcitas de *bilobites* de la base del Ordoviciense, es decir, que se anuncia claramente el Postdamiense en el haz cuarcitoso de *algas*, y en consecuencia, los *ellipsocephalus* deben corresponder al Cambriano medio o quizás al superior. Posteriormente, el Sr. Cortázar encontró, según Mallada, un vaciado de una concha pateliforme parecida a un *Capulus* de la fauna primordial de Sabero.

Procediendo de Norte a Sur, los isleos de esta gran mancha de granito a granito y puntualizados por Mallada son: el Cambriano, señalado al Sur de Toledo e incluido en el mapa enteramente en el granito, llega de Almonacid a la Puebla de Montalbán; otro isleo, mucho mayor (436 kilómetros cuadrados), es el marcado al Este de Madridejos y que asoma bajo

el Mioceno por ese borde para extenderse a Occidente hasta los montes de Toledo, al Sur de Marjaliza; esta mancha es la que se acerca hasta Urda, donde se encuentran calizas jaspeadas de tonos vivos y oscuros que dan lugar a hermosas combinaciones; estas calizas en anticlinal quizá pudieran representar el Cambriano medio, mientras que gran parte del resto de la mancha se coloca bajo las cuarcitas de *cruzianas*, no demasiado atormentadas en esta zona. Otro isleo bastante importante es el situado al Sur de Puente del Arzobispo, muy pizarroso, y el motivo de la clasificación del cual parece estar en su coronación, en el borde de la Sierra de Altamira, por una pudinga que pasa por tránsitos a la cuarcita ordoviciense, caso aislado que atestigua algún movimiento orogénico durante el sistema cambriano; esa pudinga parece prolongarse hasta Abenojar, en cuyo caso se correría el Cambriano de este isleo al SE. Muy inmediata a las anteriores y completando con ellas un grupo que pasa a Extremadura hay otra mancha entre Carrascalejo y Puente del Arzobispo, comprendida entre el Siluriano, el fundamento de la cual puede ser la pudinga inferior a las cuarcitas de *cruzianas* en la Sierra de Altamira, formaciones basales que pueden indicar un anticlinal supracambriano al Norte.

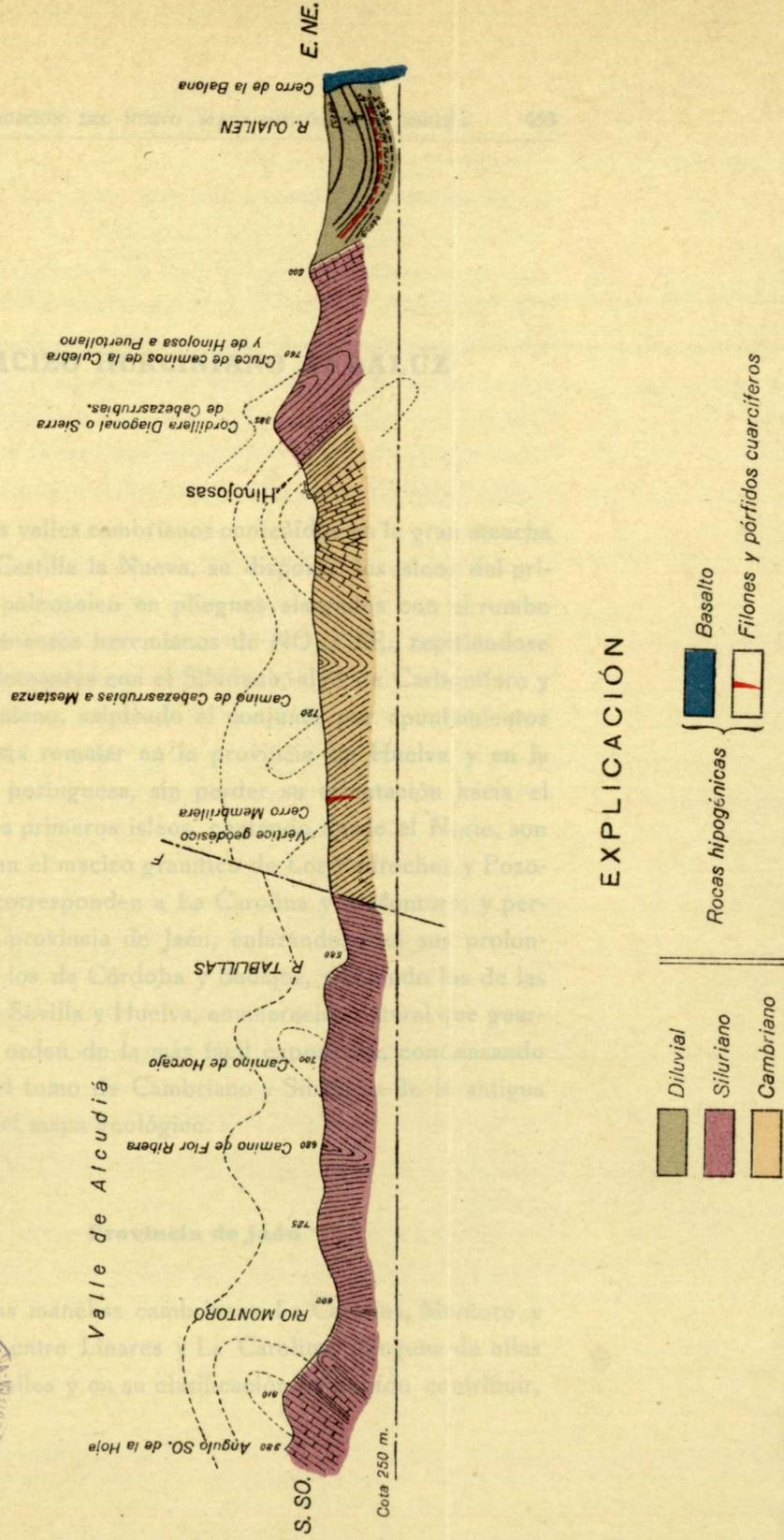
Todas estas manchas que acabamos de citar pertenecen a la provincia de Toledo; en las de Ciudad Real, aparte de la de los Cortijos de Malagón, ya citada como la única determinante, se tienen los valles de Porzuna, Agudo y Puebla de Alcocer y Alcudia (Mestanzas). El de Porzuna, no señalado en el mapa de un millón, es un valle bastante plano, rodeado de colinas francamente silurianas; los filadios que le forman, con muy distintos buzamientos, son lustrosos y tienen colores variados, entre los que dominan los verdosos, quizá indicando empíricamente la presencia del Georgiense. Los valles amplios de Agudo y Puebla de Alcocer se enlazan con el dilatado del

Guadiana y se componen principalmente de pizarras duras y silíceas, verde pálidas frecuentemente, muy levantadas y diferentemente arrumbadas, que se ofrecen muchas veces en puntas poco marcadas que erizan los altozanos de abundantes fillos. Por fin, se figura como cambriano el valle de Mestanza, impropriamente llamado de Alcudia, pues el río de este nombre, aunque con la misma dirección, corre al Guadiana, mientras que el Tablillas de Mestanza da sus aguas al Guadalquivir; el isleo se prolonga hasta cerca de Fontanosas y se compone de una serie de filadios bastante satinados y de tono verdoso, en los que no hemos podido encontrar fósiles; la gran verosimilitud de su determinación está en la colocación de las pizarras bajo las cuarcitas de *cruzianas* y la presentación en el valle de un anticlinal calizo que tendría su inclusión natural en el Acadiense; el corte de esta mancha está reseñado en la hoja de Mestanzas (1929), de la cual incluimos un corte.

Explicación del nuevo Mapa Geológico de España

El Sistema Cambriano

CORTE GEOLÓGICO DEL RÍO OJAILÉN AL RÍO MONTORO



MACIZO HERCINIANO ANDALUZ

Desde los valles cambrianos contenidos en la gran mancha siluriana de Castilla la Nueva, se disponen los isleos del primer sistema paleozoico en pliegues alargados con el rumbo de los plegamientos hercinianos de NO. a SE., repitiéndose en bandas alternantes con el Siluriano, algo de Carbonífero y menos Devoniano, salpicado el conjunto por apuntamientos eruptivos hasta rematar en la provincia de Huelva y en la Extremadura portuguesa, sin perder su orientación hacia el Atlántico. Los primeros isleos, contando desde el Norte, son los que rodean el macizo granítico de Los Pedroches y Pozoblanco, que corresponden a La Carolina y a Montoro, y pertenecen a la provincia de Jaén, enlazándose en sus prolongaciones con los de Córdoba y Badajoz, siguiendo los de las provincias de Sevilla y Huelva, enumeración natural que guardamos como orden de la más fácil exposición, condensando la hecha en el tomo de Cambriano y Siluriano de la antigua explicación del mapa geológico.

Provincia de Jaén

Son tres las manchas cambrianas: La Carolina, Montoro y otra pequeña entre Linares y La Carolina. Ninguna de ellas tiene restos fósiles y en su clasificación ha debido contribuir,

no solamente la iniciación del gran isleo por debajo de la corrida de cuarcitas de Las Correderas, en Despeñaperros, sino su contacto prolongado con los batolitos graníticos de Los Pedroches y Santa Elena; por cierto que quizá es momento oportuno de comunicar que es algo dudoso el Cambriano desde Las Correderas a Santa Elena, pues hasta las proximidades de esta estación hemos comprobado llegan unas cuarcitas de facies ordoviciense a colocarse transgresivamente y casi horizontales sobre el granito de Santa Elena y La Aliseda.

El carácter general de los tres isleos es su contenido en pizarras, que, como es lógico, suelen participar de los caracteres cristalinos que su proximidad al granito les proporciona; unas veces son azules y lustrosas, como en Los Baños, con repetidos cambios de buzamiento, pero en dirección dominante NO. y echado al SO.; otras, como en los Tembladeros, alternan las pizarras con grawakas de grano grueso, que en algunos sitios pasan a un conglomerado cuarzoso muy fino.

En Santa Elena parece marcarse un anticlinal y las pizarras más o menos foliáceas y relucientes, sin perder su rumbo al NO., cambian su echado de NE. a SO.; hacia Montizón dominan las azuladas, gris verdosas con reflejos argentinos y atravesadas por vetas de cuarzo, carácter que ya hemos indicado como muy general, así como el aspecto de vibración, brillo micáceo, metamorfismo expresado por su contenido de chistolitas y otros silicatos de alúmina, contenido en óxido de hierro y otras características apropiadas a las aureolas graníticas.

En resumen, podría decirse que no es segura la clasificación de todo el Cambriano de Jaén, pero en el que existe, no parece representado el Acadiense o medio.

Córdoba y Sevilla

Los isleos de Córdoba y Sevilla, dentro de la uniformidad de diastrofismo, tienen una característica que permite agruparlos, que es la presencia de corridas calizas, semejantes algunas a las de Llerena, de las cuales se puede considerar prolongada hacia el SE. y que se ofrecen en tiradas paralelas desde los rodales de Villaviciosa, siguen las series de las Ermitas, las de Posadas, Bembezar y Hornachuelos hasta el haz prolongado desde Cazalla de la Sierra y el Pedroso, en una de las cuales (Pedroso, Campayar) se encontró el célebre *Archæocyatus* o *Ethmophyllum marianum* clasificado por Roemer y que dió base segura, aunque desproporcionada, al territorio ofrecido para la determinación de la edad cambriana (1).

CAMBRIANO DE ANDALUCÍA (SEVILLA)



Fig. 12.—Corte entre Guadalcanal y Malcocinado, según el Sr. Mac-Pherson.

1. Granito. 2. Pórfidos y diabasas. 3. Pudingas.
4. Pizarras. 5. Lechos alternantes de grauwackas y diabasas. 6. Calizas.

Este gran macizo, atribuido al Acadiense y estriado por tiradas de calizas en cerca de los 80 kilómetros de aparente espesor, es uno de los ejemplos más notables de presentación paleozoica en zona de intenso plegado, y resistente después, puesto que sobre él y en disposición horizontal de meseta se han colocado los estratos arenosos del Triás no atravesados

(1) Página 375.

por los abundantes diques y asomos de rocas hipogénicas de la región, los cuales habiendo iniciado su aparición antes del Cambriano deben alcanzar su máximo hacia el final del Carbonífero, pues no solamente las grandes masas eruptivas se orientan en el sentido de las dislocaciones de la época hercyniana, sino que atraviesan los estratos del extenso Culm en Huelva y Portugal, y en cambio los inmediatos depósitos triásicos no tienen señales de perforación por dichas rocas.

Aparte de la observación general respecto al metamorfismo de los estratos en contacto con los batolitos, debemos hacer otras dos importantes en lo que a las calizas se refiere. La primer presentación que deseamos destacar es la de bancos delgados de caliza semicristalina, unidos o no, y otras talcíferas, pizarreñas y quebradizas, como puede observarse en la mancha de la Franfuela (pág. 145 de Mallada), llegando cerca de Guadalcanal, ya en Sevilla, a ofrecerse en lechos de dos centímetros, contándose hasta 12 bandas de distinto aspecto, separadas entre sí por tenues cutículas de pizarra (página 154 de Mallada); pues bien, ambas presentaciones son homotóxicas a las pizarras de Castropol, en la ría de Ribadeo (Galicia y Asturias), en donde son típicas del Cambriano inferior, y fueron supuestas del Precambriano por Barrois. También es presentación semejante a la de muchos anticlinales manevienses gallegos y asturianos las paragénesis acusadas entre la caliza y la arenisca, que hace decir a Mallada (página 155, op. cit.): «Muchas capas superficialmente parecen areniscas muy finas, pero en la fractura fresca tienen los caracteres de la caliza, coincidiendo con este hecho el que los estratos sean rojizos al exterior, a causa de la peroxidación del óxido ferroso que contienen en su masa»; la homología de los depósitos sincrónicos del NO. es completa, conociéndose en la provincia de Lugo la caliza aprovechable por *hembra*, y caliza *macho* la áspera.

CAMBRIANO DE ANDALUCÍA (SEVILLA)



Fig. 13. — Corte entre Malcocinado y la Sierra del Agua, según el Sr. Mac-Pherson

1 Calizas. 2 Pizarras y grauwackas. 3 Pizarras micáceas. 4 Granito. 5 Porfidos y diabasas

La otra observación importante que debemos hacer respecto a las calizas, es la clasificación que hemos hecho de unos fósiles silurianos descubiertos en la primavera del 1932 por nuestro compañero Sr. Carvajal, y que son: *Orthoceras anulatum*, *O. timidum?*, algunas *conularias?* y *graptolítidos* de los géneros *Diplograptus* y *climatograptus*, fauna que en conjunto caracteriza el Gotlandiense. El descubrimiento ha sido hecho en las calizas oscuras con vetas de espató que asoman en el Arroyo del Valle, afluente de la izquierda de la Ribera del Viar; al tratar del Siluriano detallaremos esas circunstancias del yacimiento, pero aquí encaja hacer resaltar la quiebra del razonamiento del geólogo Sr. Macpherson, al extender la clasificación cambriana a todas las calizas de este gran macizo herciniano de Andalucía; ahora se comprende que en aquel macizo son mayores la complicación y la articulación estratigráficas.

Las manchas cordobesas y sevillanas están bien delimitadas en el texto de la antigua explicación, por lo que a sus explicaciones referimos al lector, haciendo algunas consideraciones estratigráficas.

La base del Cambriano parece demostrarse en Sevilla y Córdoba, en cuyas provincias, según las descripciones de los Sres. Macpherson y Hernández-Pacheco, las calizas inferiores de *Archæocyathus* descansan sobre el Arcaico con el intermedio de una puddinga que podría demostrar movimientos anteriores al Herciniano. Esta puddinga, también indicada en algún sitio de Galicia por Macpherson, no he logrado encontrarla en todo el NO., y tampoco la he visto en mis recorridos por el Sur, desde luego menos detenidos y prolongados.

En el Cambriano superior siempre he visto concordancia con el Siluriano inferior.

Huelva

El Paleozoico de Huelva sigue elevándose en la escala cronológica sin perder el rumbo NO. y buzamiento en la disposición característica del Herciniano. Del Cambriano con corridas calizas y otro con areniscas que podría ser el piso superior, se pasa al Siluriano, bien representado con frecuencia por ampelitas y encima de ellas se llega al Culm.

Accidentes litológicos que señalen movimientos orogénicos anteriores o dentro del sistema Cambriano, no se encuentran como no sea con presentación absolutamente local; así podríamos citar las pudingas de guijos menudos que, en las crestas de los Arriscaderos (al Norte de la provincia), alternan con grawakas y calizas brechiformes; en general, puede decirse que es perfecta la concordancia entre los sistemas Cambriano y Siluriano.

La serie de calizas de Córdoba y Sevilla se continúa en Huelva y esta homotaxia y su enlace con las rocas silurianas hacia el Sur, hace muy verosímil que alguna de las bandas corresponda al Gothlandiense, tal y como hemos podido demostrar en las calizas del Arroyo del Valle al Norte de Sevilla.

Hay varios parajes en los cortes del concienzudo geólogo Sr. Gonzalo Tarín, en los que es probable que exista alguna caliza del Siluriano superior por dos razones: por su contacto con las ampelitas y por el contenido de amígdalas en las pizarras inmediatas, circunstancia muy frecuente en las pizarras silurianas; tal ocurre en los cortes de Val Domínguez a la Umbría de Hinojales y el de las Sierras de Robledo a la Javata. También se puede citar en el corte de La Alconera, al puerto de Buenavista, el caso de estratos con impresiones de *anelidos*

en contacto con las ampelitas silurianas, caso igualmente de probable elevación en su edad supuesta, pues esas presentaciones de pistas son muy frecuentes en el Devoniano o en el Culm.

Otra característica de las calizas cambrianas de esta zona de Huelva, Sevilla y Badajoz, es su propensión al desarrollo en ellas de oficalcitas y yacimientos ferríferos de contacto en

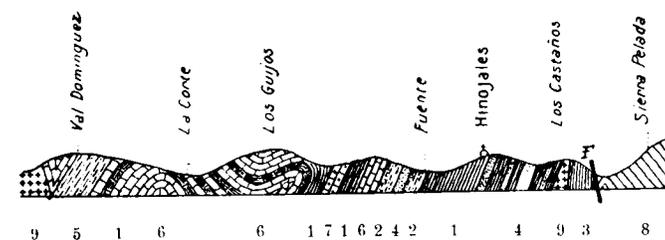


Fig. 16. Corte de Val Domínguez a Hinojales, según el Sr. Gonzalo

¿Siluriano superior?

1. Pizarras calíferas moradas.
2. Pizarras amigdaloides con areniscas.
3. Pizarras gris verdosas.
4. Areniscas calíferas.
5. Pizarras calíferas.
6. Calizas de facies variable.
7. Calizas negras.
8. Pizarras silurianas.
9. Diabasas.

los que dominan los óxidos anhidros: el magnético y el oligisto, facies que puede ser tomada como síntoma metamórfico del producido en los estratos por la abundante serie de diques y asomos eruptivos procedentes, muy verosímilmente, de apófisis graníticos transformados por endomorfismo.

Región Penibética

Las manchas que han sido atribuidas al sistema Cambriano entre la verdadera falla del Guadalquivir, representada por la campiña de terrenos secundarios y el Mediterráneo, carecen de fundamento seguro para su clasificación. La confusión es posible en los dos sentidos: suponer antiguos sedimentos mucho más recientes metamorfizados, o por admitir como paleozoicos otros que sean arcaicos; en realidad no hay posibilidad de determinación por carencia total de restos fósiles (1).

Las determinaciones de esos isleos han variado con los diferentes autores desde mediados del siglo pasado, desde el Permiano hasta el Cambriano.

Los isleos principales son: las Alpujarras, en Granada; la de las Estancias, entre Granada, Almería y Murcia, y las manchas malagueñas de la capital y la Serranía de Ronda, todas bien especificadas en la explicación.

Los intentos de identificación de los estratos por medio del análisis microscópico o del químico son mucho más meritorios que eficaces. No obstante, se distinguen litológicamente

(1) Sólo conocemos como citados por Blumental, en nota, unos *orthoceras* encontrados en Ardales. Hemos de advertir que, examinadas por nosotros al microscopio las calizas de Ardales, nos ha parecido distinguir en ellas restos de *Archaeocyathidos* y *protopharetras*, sin que hasta nuevos encuentros y análisis nos atrevamos a una afirmación concreta, pero sí, desde ahora, a la conveniencia de advertir nuestras dudas.

varios niveles propuestos por los Sres. Barrois y Offret (1889) para las capas de las Alpujarras.

X. Pizarras micáceas y cuarcitas actinotíferas.

A. Pizarras o filadios con clorotide (edad de Motril), equiparado al Cambriano inferior.

B. Pizarras, yesos, areniscas y calizas, o sea el tramo de Albuñol, equivalente al Cambriano superior.

La dificultad es considerable, pues la presencia de los yesos en él se aviene mal con la edad cambriana y nunca se dan con alguna continuidad estas formaciones sulfatadas, más propias del secundario (Triásico?).

Más verosímil es la suposición del Acadiense en Torbisón y Lanjarón por la presencia de una caliza intercalada entre las pizarras.

En resumen, la presencia de cuarcitas, calizas o grawakas y pizarras negras puede hacer oscilar, con las dudas, la atribución de edad de estos estratos, pero hasta que no se encuentren fósiles sería aventurada cualquier afirmación; no obstante, casi todos los autores suponen que los isleos malagueños deben incluirse de preferencia en el sistema Siluriano.

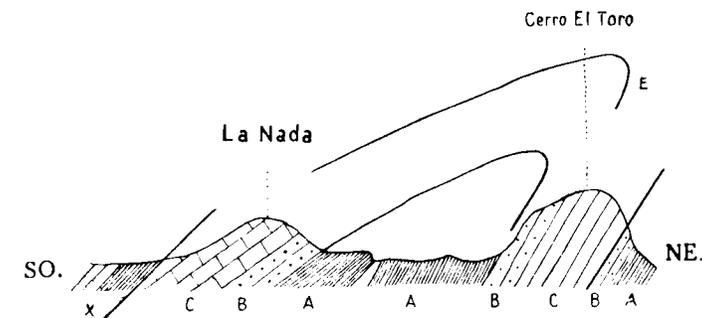


Fig. 19 Corte del cerro El Toro, según los Sres. Barrois y Offret

A. — Pizarras cambrianas.

B. — Pizarras con dolomias (tramo de Albuñol).

C. — Caliza azul triásica.

NOTAS
SOBRE LAS FAUNAS CAMBRIANAS ESPAÑOLAS

NOTA SOBRE LAS FAUNAS CAMBRIANAS ESPAÑOLAS

La lista de fósiles del período Cambriano, como en la mayor parte de los países proterozoicos, es corta, no sólo en especies, sino en número de individuos; de 18 especies señaladas para el sistema en el *Catálogo general de las especies fósiles encontradas en España*, del Sr. Mallada (1891-92), pasamos a 87 fósiles.

La independencia y falta de sincronización entre las diferentes cuencas, así como el predominio de la fauna mesocambriana, llamada primordial, hacen que pierdan valor las deducciones hechas con el conjunto de los seres orgánicos reunidos, por lo cual nos limitaremos a observaciones de orden sintético, interesantes ante la comparación de otros yacimientos de Europa y América.

Son cinco los tipos o ramas representadas: *Vermes*, *Echinodermata*, *Molluscoidea*, *Mollusca* y *Arthropoda*, y aun había que añadir el de los *Cœlenterata* o *Zoophytons*, admitiendo los *Archæocyathus* como hexacoralia del orden de las *madreporarias*. Expresadas las agrupaciones de los fósiles principal-

mente por sus clases, se puede formar, a título meramente informativo, la siguiente enumeración con el número de especies comprendidas en cada una y la proporcionalidad que en total les corresponde:

GRUPOS Y CLASES	Número de especies	Por 100
<i>Tigilites, cruzianas y formas planas</i>	12	13,8
<i>Archæocyathus, coscinocyathus, etc.</i>	11	12,60
<i>Trochocystites</i>	1	1,15
<i>Braquiópodos</i>	12	13,80
<i>Pterópodos</i>	2	2,30
<i>Gasterópodos</i>	5	5,75
<i>Cefalópodos</i>	1	1,15
<i>Lamelibranquios</i>	1	1,15
<i>Trilobites</i>	39	45,—
<i>Eucrustacea</i>	3	3,45
TOTALES.....	87	100,15

Para mayor provecho de las observaciones recordaremos que los yacimientos españoles abreviadamente se reducen a cinco: dos en Asturias y León (uno en la costa y un grupo en la cordillera), otro en Aragón, el antiguo de Ciudad Real y el andaluz con los *archæocyatidos*. La división más profunda, en lo que a litología y fósiles se refiere, se establece desde las series de calizas de Andalucía a las demás cuencas del mismo sistema, con facies esencialmente distintas y en las que siempre se ofrece demostrado el Cambriano medio y empíricamente el superior, con sus series psamíticas, conteniendo *formas planas* de fácil interpretación, aunque no características de modo riguroso.

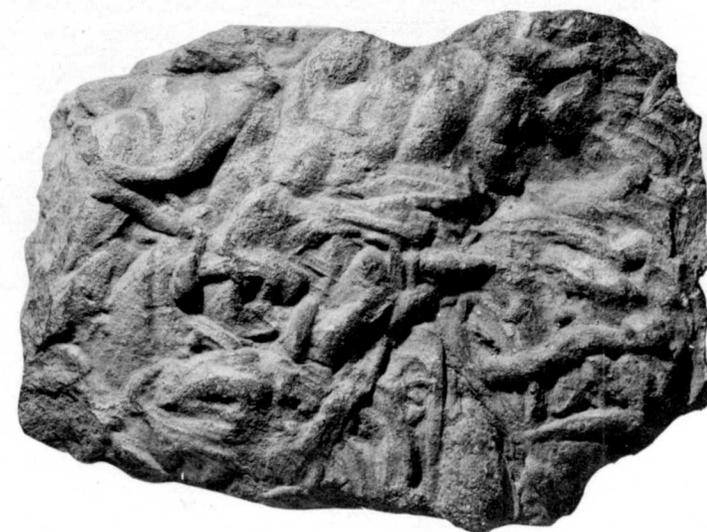
Tengo presente a mi ayudante D. José Revilla, que ha contribuido eficazmente a la confección de las láminas.



Eophyton lineanum, Walcott.
Purón (Asturias) T. n.



Myrianites
Balconchan (Zaragoza) T. n.



Foralites pomeli, Rou, y *gracilis*, Del. T. n.
(León)





Fraenas, Nery Delgado
Balconchan (Zaragoza)



Trazas de trilobites? Walcott
Balconchan (Zaragoza)



Tigilites, cruzianas y formas planas

Este grupo de *Hieroglifidos* es el más frecuente y más determinante como orientador, pues al menos nosotros siempre hemos encontrado sus huellas acantonadas en los haces de cuarcitas delgadas y psamitas que representan el supracambriano en Galicia, Asturias, Portugal, todo el Oeste de España, Aragón y macizo central de Sierra Morena y montes de Toledo; su determinación es estricta en los casos en que se colocan sobre los horizontes calizos de la fauna primordial; como dato importante en la fijación de su valor cronológico, debe tenerse en cuenta la unión de las *pistas* con las *lingulas* aisladas o en placas de *lingula flags*, como ocurre en el NO. y en Aragón. Sobre la serie de psamitas postdamienses, hemos comprobado la mayoría de las veces las cuarcitas ordovicienses con las *cruzianas* o *bilobites* abultados (*Cr. furcifera*, *Cr. goldfussi*, etc.), es decir, ausente la edad de *Tremadoc* y, por consiguiente, se enlazan las series cuarcitosas del Cambriano superior al Siluriano inferior sin discordancia aparente, y las faunas, en medio nerítico continuo, pasan de un terreno a otro sin interrupción, con poca diferencia de *pistas* y *anelidos*, constituyendo la agrupación natural de los «Fósiles de las cuarcitas».

En estos repetidos bancos de mares litorales, que pueden indicar los estratos supracambrianos, se ofrecen las condiciones

de *flysch*, y es lógico, por consiguiente, que las formas fosilíferas tengan una gran semejanza a través de las épocas y hasta de períodos geológicos, y así vemos cómo se repiten las aglomeraciones litorales de *algas*, *pistas* y *gusanos* de aspecto semejante en las series siguientes: Postdamiense, Ordoviciense, Infra y Mesodevónico, Permiano, Jurásico, Flysch eoceno y Mioceno, siendo curiosísima la semejanza de estas señales con las que se forman en las actuales playas por los organismos y objetos arrastrados por los vientos, estudiadas atentamente por medio de instalaciones apropiadas en playas del Norte de Europa (1).

Esta enumeración demuestra la precisión en las repetidas condiciones de sedimento, indicación preciosa en el seguimiento estratigráfico, ante la escasa fijeza que pueda fundarse en las variaciones de las señales para formar los distintos niveles. Todo lo cual justifica que nos abstengamos en esta crítica de las formas atribuibles al Cambriano, pero que no sean características, refiriéndonos a la literatura que de ellas haya tratado.

Los *tigilites* más encontrados han sido los nombrados *dubois*, *pomeli* y *gracilis*, así como las formas llamadas *palæchorda* en las publicaciones de Nery Delgado, Lebescompte, Saporta y Rouault.

En cuanto a los fósiles de Aragón podemos dar la siguiente referencia: Cerca de Balconchán (Valconchán?) hay una serie de psamitas en donde se encuentran los restos orgánicos que atribuimos al Postdamiense: 1.^a Una lingula que figuramos de contorno subcuadrado y con el umbo dentro de la concha señalado por líneas concéntricas. 2.^a Pequeñas *fraenas* o *bilobites*, anchas de unos tres milímetros, las más pequeñas que cono-

(1) Fundación y fines del Instituto de Geología Marina «Senckenberg de Wilhelmshaven». — *Natur un Museum*. — Frankfurt del Main, 1929. — R. RICHTER.



Cruziana Nathorsti, Delg. con foralites pomeli, Rou y gracilis, Delg.
Paradasolana (León)



Cruziana plana, Beche (Lugo) T. n.



cecos, y que son idénticas a las figuradas por Nery Delgado en su obra *Terrains paléozoiques du Portugal*, pl. XLVI, figura 2, restos que no han sido descritos y pertenecen a las pistas y señales de Barrancos (hoy tenidos como silurianos).

Otras en un filadio fino muy silíceo se disponen en líneas muy delgadas, cortas de uno a dos centímetros y colocadas en largas series (XLIII, fig. 4, y pl. XLII, fig. 5) como en las figuras que señalamos de Nery Delgado en su obra sobre los antiguos terrenos. En las mismas psamitas y filadios campaniles se encuentran pistas de *anelidos* y *gusanos* idénticos a los de la pl. XXXIX, de N. Delgado, unos en cordones (*Myrianites*?) en zigzag, y otros en señales cortas acuchilladas y bipartidas en disposición algo angular. Por fin, otras en rama, en pizarras muy delgadas semejantes a la pl. XLV, fig. 2, de *Barrancos en Portugal* (Nery Delgado). Hoy en Norteamérica se consideran algunas de estas pistas como producidas por *trilobites*, según Walcott (1918).

Los *tigilites* dispuestos según la estratificación son los más frecuentes en todos los estratos samíticos infracambrianos; en cuanto a las *pistas* las hemos visto dominar en Aragón, Balconchán y Ateca, por ejemplo.

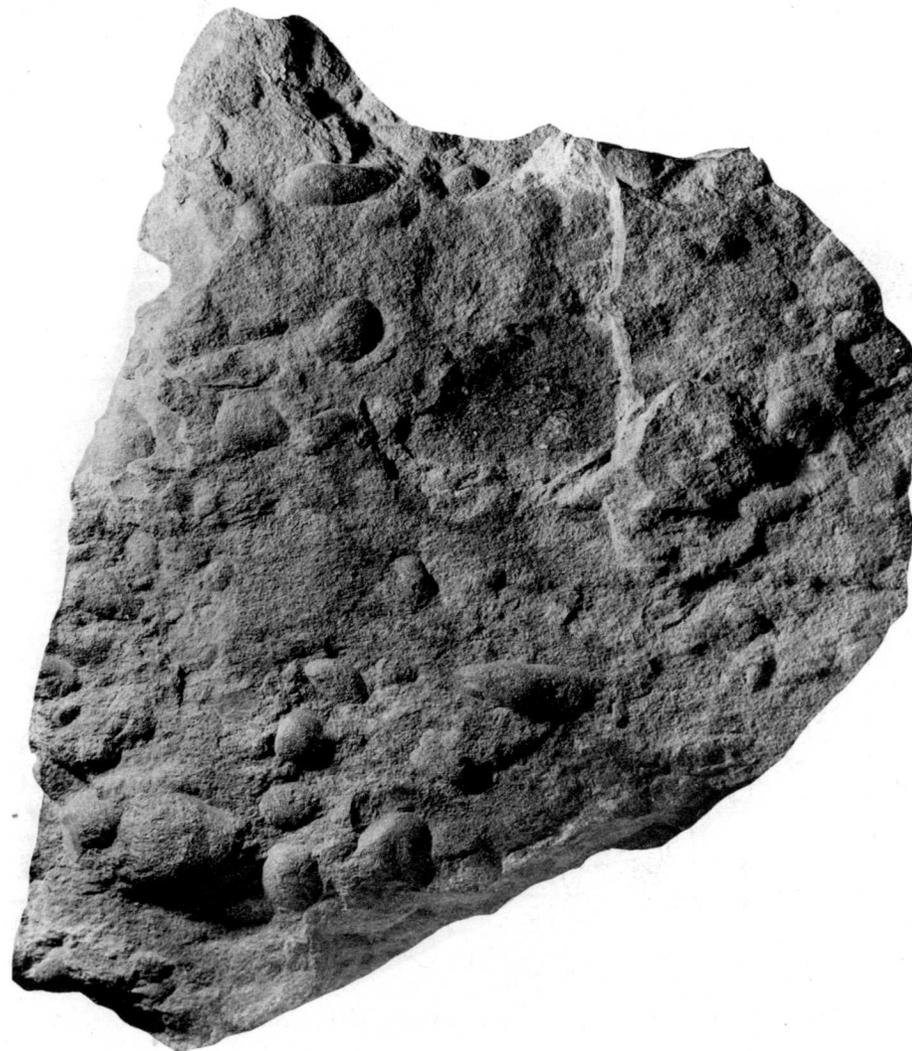
Las consideraciones que podríamos hacer respecto a las *cruzianas* de escaso relieve atribuibles al Cambriano serían análogas a las hechas para los fósiles de Galicia, pues en esa región y en Asturias es donde he podido recoger esa clase de fósiles, habiendo descrito y figurado dos especies nuevas: *Cr. neryi*, Samp., y *Cr. chulzi*, n. sp., Samp. (1).

Hemos de advertir un punto de litigio que lamentamos no haber podido examinar sobre el terreno antes de esta publicación. Nos referimos a la atribución que hace Lotze de *tigilites*

(1) «Nota sobre la fauna paleozoica de la provincia de Lugo». — B. I. G. E., 1915. — P. H. SAMPELAYO.

y *formas planas* en las capas cuarcitasas de la base del Cambriano en las llamadas capas del Jalón, y que, como razonamos al exponer los isleos aragoneses, podrían identificarse con capas postdamienses, siendo un pliegue anticlinal isoclinal lo que el geólogo alemán supone una disposición monoclinal, rama de sinclinal.

No conocemos los *tigilites* y *pistas* de Bámbola y Embid, pero ante las alusiones de Lotze y repetición de *formas planas* en aquellas psamitas celtiberas, manifestamos nuestra sospecha de que se trate de los organismos supracambrianos cuarcitosos a que nos veníamos refiriendo.



Lingulaflogs
Celeiro de Mariñao (Lugo) $\frac{1}{2}$





Archaeocyathus aduncus. Born.
Sierra de Córdoba x. 3.



Archaeocyathus trachealis T.
Dictiocyathus sampelayanus. H. P. T. n.



Archaeocyathus infundibulum. Born. T. n.
Sierra de Córdoba



Archaeocyathus marianum. Barr. T. n.



Archaeocyathus aff. profundus, Bilings T. n.
Sierra de Córdoba



Archaeocyathus sellicksi, T.
Sierra de Córdoba, x. 2



Archæocyathidos

Este grupo de discutidos seres tiene el valor histórico de haber sido ejemplares andaluces los que, descubiertos por el geólogo español Macpherson y clasificados por Roemer (1878), sirvieron para demostrar en Europa la existencia del grupo fundado por Billings en 1861 para el Labrador, fijando la edad cambriana de las extensas formaciones calizas de Macpherson.

Los yacimientos citados por Mallada son: «Entre el Pedroso y la Virgen del Monte, Cazalla de la Sierra», en el primero de los cuales se encontraron los dos ejemplares sobre los que el geólogo y paleontólogo de Breslau, F. Roemer, fundó las especies *Archæocyathus marianus* y *Ethmophylum Whitneyi* en los *Anales de la Sociedad Geológica Alemana* (*Zeitschr. D. Geol. Ges.*, XXX, 1878, pág. 369).

He aquí la descripción de Roemer:

El polípero está constituido por un tubo alargado de forma subcilíndrica y gruesas paredes y la cara exterior presenta una serie de nudos de pequeña amplitud. Su textura reticular apenas es perceptible a simple vista, y consiste en espacios subromboidales desarrollados transversalmente y perforados en el centro. La muralla interna del tubo está separada de la exterior por un espacio bastante grande, dividido por tabiques en número de 40 a 45 que forman una serie de cámaras, las



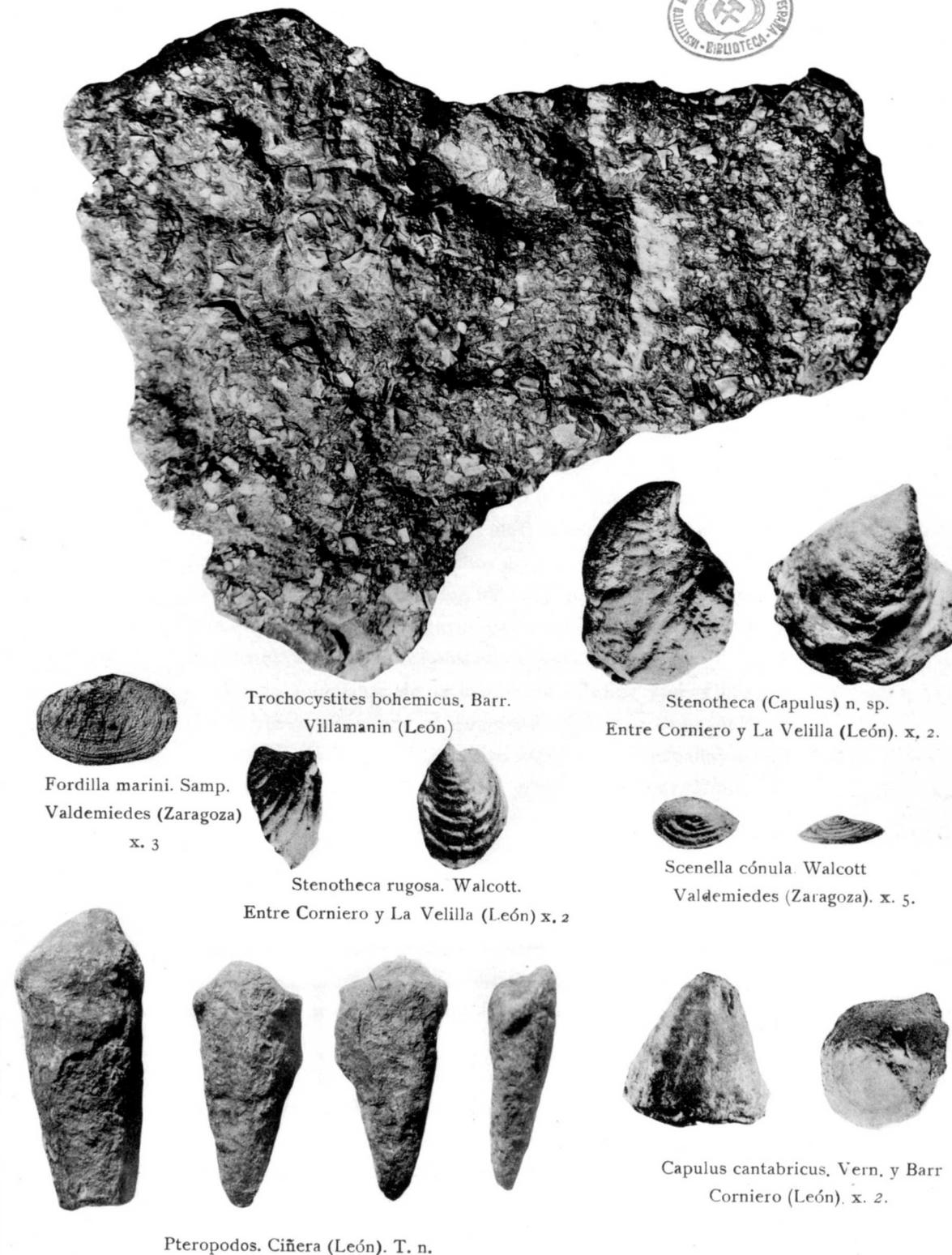
cuales comunican, mediante los numerosos poros del tejido de malla de la muralla externa con la superficie exterior del polípero, hallándose relacionadas por numerosas aberturas con la interior. Dichas cámaras se comunican además entre sí por aberturas circulares existentes en los tabiques.

Sólo se conoce un ejemplar incompleto, y aunque roto en sus dos extremos, está muy bien conservado y permite la exacta investigación de su estructura.

La sustancia petrificante es casi toda caliza y se separa completamente de la pizarra arcillosilíceica en donde se encontraba el fósil y de la cual se observan pequeñas partículas en la superficie del mismo. A pesar de esto, varía la naturaleza de las diferentes partes constituyentes. La diferencia más notable está en la subsistencia de la tenue película que forma el tejido reticular de la superficie exterior, que es de color verde vivo. Examinada al microscopio es verde esmeralda transparente. Con un detenido examen se ve, sin embargo, que esta sustancia verde no es original del fósil, sino que ha entrado posteriormente sustituyendo a la caliza de la muralla exterior, pues algunas veces se conserva la sustancia caliza primitiva que concuerda con la de los tabiques, mientras que en otras ocasiones penetra a algunos de éstos la materia verde que sustituyó al carbonato de cal.

Los espacios subromboidales de la superficie son de gran regularidad y delicadeza y se alinean en filas verticales y horizontales. En sentido vertical hay cinco en cada milímetro y en el horizontal de dos y medio a tres. En el centro están los espacios alineados y perforados por un agujero que penetra hacia el interior.

Desde la muralla exterior parten los tabiques verticales que están formados por caliza blanca y amorfa con los caracteres de la de muchos corales paleozoicos. En la sección transversal muestran los tabiques pequeñas interrupciones y carecen de



Trochocystites bohemicus, Barr.
Villamanin (León)

Stenotheca (Capulus) n. sp.
Entre Corniero y La Velilla (León). x, 2.

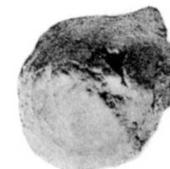
Fordilla marini, Samp.
Valdemiedes (Zaragoza)
x, 3



Stenotheca rugosa, Walcott.
Entre Corniero y La Velilla (León) x, 2



Scenella cónula, Walcott
Valdemiedes (Zaragoza). x, 5.



Capulus cantabricus, Vern. y Barr
Corniero (León). x, 2.

Pteropodos. Ciñera (León). T. n.

las aberturas circulares por donde comunican entre sí los espacios adyacentes. Es notable la manera como terminan interiormente, pues aparecen en la sección transversal como unidos entre sí por anillos enlazados. La manera de producirse estos anillos no se nota desde luego, sino hay que observar la muralla interior en sección vertical, viéndose entonces una sucesión de ganchos abiertos hacia arriba que tapizan la muralla interior; siendo diferente, en apariencia, conforme el corte se ha dado más o menos elevado. Finalmente, no están muy claras las aberturas por las cuales comunicaría la muralla interna con la cavidad interior.

La sustancia petrificante que rellena las cámaras entre las dos murallas es una caliza gris amorfa, que aparece al microscopio constituida por granillos muy diferentes de los de la caliza homogénea que forma los tabiques. De la misma caliza gris que está rellena la mayor parte del interior del polípero, siendo el resto de caliza amarilla y espática.

Por la semejanza de la estructura interior y el tejido reticular de la superficie al compararlos con la descripción y dibujos de Billings (?) me hizo dar el fósil español como perteneciente probablemente al género *Archæocyathus*, adquiriendo la certeza cuando llegó a mi poder la descripción de Dawson referente al *Arch. profundus*, cuyos tabiques tienen una estructura análoga a la de la especie española.

Por la forma general subcilíndrica del polípero, con la que más relaciones tiene nuestra especie, es con el *Arc. Atlantique*, que se diferencia por el mayor número de tabiques, pues llegan a 60, mientras que sólo hay, según ya dijimos, unos 40 en la especie de Cazalla.

Mallada conoció también el yacimiento del Balcón del Mundo en la Sierra de Córdoba de donde tenemos ejemplares en el Instituto Geológico y Minero de España. En 1918, el profesor Sr. Hernández-Pacheco dió a conocer otro yacimiento

de la misma Sierra en el «Cerro de las Ermitas», haciendo dos especies nuevas para el Cambriano español.

El Ingeniero de Minas D. Antonio Carbonell puntualiza otros dos parajes fosilíferos subordinados a la misma sierra, en la carretera de los Pedroches, y, por fin, en nuestro afán de completar, añadiremos el yacimiento de «El Desierto», comunicado por H. Douvillé (1915 ?), según los geólogos Boucart y Villain (1931).

Todo el grupo, con rasgos de identidad respecto a los demás *archæocyathidos* conocidos y siempre en el mismo sistema, ofrece escasas variaciones en sus transformaciones biológicas y aun de morfología, reduciéndose de modo esencial a receptáculos huecos, más bien alargados, con dos murallas porosas enlazadas por tabiques radiales; no se les conoce diferencia en cuanto a su distribución vertical, aunque haya sido discutida su sincronización, según hemos visto en la exposición general del período.

Los fósiles clasificados con el material guardado en las colecciones del Instituto Geológico son los siguientes, expuestos según la norma de Taylor:

SUBFAMILIA «ARCHÆOCYATHINEA»

Género *Archæocyathus*, Billings.

Archæocyathus marianus, Roem.

- » *navarroii*, Hern.-Pach.
- » *retesepta*, T.
- » *sellicksi*, T.
- » *ajax*, T.
- » *sinuosus*, Born.
- » *aduncus*, Born.
- » *aff. profundus*, Billings.
- » *nodosa*, n. sp., Samp.

Género *Ethmophyllum*, Meek.

Citado *Ethmophyllum marianus*, Roem., sp.

Supuesto » *whitneyi*, Meek.

SUBFAMILIA «COSCINOCYATHINEA»

Género *Coscinocyathus*, Bornemann.

SUBFAMILIA «DICTYOCYATHINEA»

Dictyocyathus sampelayanus, Hern.-Pach.

Y, por fin, en las *Spirocyathineas* se puede incluir el tejido de algunas *protopharetras*, manifiesto por lo general en las adherencias al tejido exothecal de la muralla externa de los *archæocyathus*.

El *archæocyathus marianus*, incluido con el nombre de *Ethmophyllum marianum*, Roem., sp., por el Sr. Mallada en su catálogo (1892) al seguir la nomenclatura de Hinde (1) (nota del libro 134 del catálogo), ha sido escasamente conocido hasta las publicaciones del profesor Sr. Pacheco (1918).

En el material de nuestro Centro tenemos varios ejemplares con las condiciones de Roemer y dos de ellos con la muralla verde que aquel autor daba como específica y que es una mineralización en clorita y otros silicatos verdes siempre unidos a las calizas contiguas dentro de la zona de metamorfismo regional, producido por la abundancia de batolitos eruptivos.

Los ejemplares del *Arch. navarroii*, H.-P., no son frecuentes ni fáciles de encontrar, pues para distinguirlos conviene tallarlos normalmente a su dirección, modo de apreciar el adelgazamiento característico de los tabiques entre las murallas, de la exterior hacia el centro.

(1) HINDE: «On Archæocyathus Billings and other Genera allied to or associated it from the Cambrian Strata of North America, Spain, Sardinia and Scotland.» *Quart. Jour.*, t. XLV, 1889.

Los *arch. retesepta*, T., son idénticos a los figurados por Boucart y Villain (1931) en su estudio sobre las calizas de Sidi-Muza (Marruecos francés), y como están unidos al *Archæocyathus sellicksi*, T., y proceden del yacimiento español de «El Desierto», comunicado con los ejemplares por H. Douvillé (1914 ?), nos decidimos a su incorporación a las listas españolas; el *Arch. sellicksi*, T., se distingue bien por su escaso número de tabiques y pequeño tamaño.

La especie *Arch. ajax*, T., bien representada en la obra del *Atlas Marroquí* citada, es muy semejante al *Arch. marianus*, y unidas las suponemos en sus ligeras variaciones morfológicas.

Como *Arch. cf. aduncus*, Born., damos un ejemplar completo de la forma y tamaño del representado por este autor, con la diferencia de tener más nudos, marcados exteriormente, el fósil español.

Los *arch. sinuosos*, Born., y *Arch. aff. profundus*, Billings, están bien representados en las láminas de Bornemann correspondientes a estas especies.

Figuramos un ejemplar de seis centímetros de longitud incompleto y que como todos los *archæocyathidos* españoles es tubiforme, alargado, pero que se diferencia de los que hasta ahora hemos visto representados porque sus nudos no solamente están marcados, sino que sobresalen de la superficie del cilindro en un tercio de su grueso por ambos lados, lo que da al ejemplar una apariencia de caña de cortos nudos; la muralla externa, muy porosa y de tono verde, se repite y adapta a las inflexiones del tubo después de cada nudo; los tabiques verticales bien seguidos por bajo de la cubierta son semejantes al *Arch. marianus* del que quizás puede representar una variación que proponemos con el nombre de *Arch. marianus*, var. *nudosa* sp., Samp. Los *coscinocyathus* y *protopharetras* están medianamente representados.

Trochocystites

Los ejemplares que examinamos corresponden en su mayor parte a los isleos del interior de Asturias y a los de la cordillera. Por primera vez los encuentro en el Cambriano de Aragón.

La diferencia esencial que se establece al primer examen es que la mineralización se ha hecho en óxido de hierro o quizás de pirita en los ejemplares pizarrosos, que son todos, excepto los procedentes de la cordillera, que se ofrecen mineralizados en espato calizo.

Es Ferredal, hacia Belmonte, donde se encuentran la mayoría de ejemplares pizarrosos, domina la conservación de la *cápsula* con un diámetro máximo de dos centímetros por algo menos en sentido perpendicular dentro del mismo plano, pues todas las presentaciones son aplastadas y elípticas como demostración de la presión sufrida por la pizarrosidad. La corona externa, compuesta de placas trapezoidales dispuestas como dovelas en zona circular externa, tan gruesa como una cuarta parte del diámetro, consta de 8 a 10 placas, contándose, a veces seis y otras nueve, siempre bastante irregulares en cuanto a la longitud de circunferencia o corona externa que abarcan, aunque se comprende que teóricamente, en animal perfecto, serían iguales aun en los sitios de unión del pie y la cápsula.

Las placas externas de que venimos hablando son recias y con figura aparente de dienteillos, dada por los huecos que quedan grabados sobre estas jacillas pizarrosas.

Todo el disco central se compone de piezas casi regulares y exagonales que no llegan a un milímetro en su mayor dimensión; la primer serie, junto a las dovelas externas trapezoidales, suele ser de pequeñas piezas pentagonales, por medio de las cuales se verifica la adaptación del contorno circular a las placas exagonales.

Vemos varios ejemplares en los cuales se une la cápsula del cistídeo al arranque del pie flotante, pero en realidad esta parte del animal sólo se aprecia bien en un solo ejemplar, que debía ser gigante, pues la porción de pie conservada tendría unos cinco centímetros de larga, sin que se aprecie la unión de la cápsula, ni su final; las placas de que se compone son trapezoidales y de forma y tamaño parecidas a las dovelas externas de la cápsula. Todo el fósil aparece deprimido.

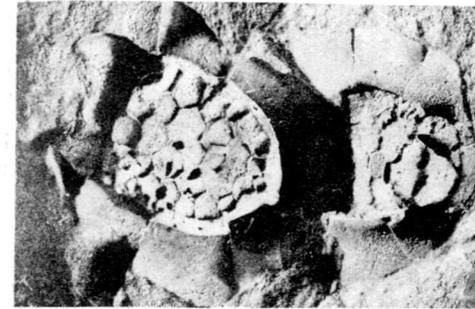
En algunos casos, en ejemplares pizarrosos entre Grado y Belmonte, las plaquitas del disco interno se hacen tan diminutas como de dos a cinco décimas de milímetro y su forma es redondeada y alargada en cadeneta; el insuficiente conocimiento del fósil que se adquiere con el material reunido nos impide proponer una especie.

Los *trochocystites* de Aragón (Valdemiedes) son también pizarrosos, y su concurrencia es defectuosa y escasa, consistiendo en placas externas sueltas, muy bien marcadas y reconocibles, y en una cápsula imperfecta; encontrados estos restos en el yacimiento aragonés, tienen el interés de enlazar ambas familias de *cistídeos* y confirmar su edad acadiense en ambos casos.

En los ejemplares espatizados en las calizas de la cordillera, Villamanán, Ciñera, Sabero, y entre Grado y Belmonte, se acusa el relieve de modo indudable, así como la conserva-



Trochocystites bohemicus Barr. El Ferredal (Oviedo) Pizarra. x. 2.



Trochocystites bohemicus. Barr. El Ferredal (Oviedo), Pizarra. x. 3.



T. bohemicus. Barr. Entre Grado y Belmonte (Oviedo). Caliza. x. 2.



Trochocystites bohemicus. Barr. Miranda (Oviedo), Pizarra. x. 3.



T. bohemicus, Barr. Ciñera (León). Caliza, x. 3.



T. bohemicus. Barr. El Ferredal (Oviedo). Pizarra. x. 2.



T. bohemicus. Barr. Ciñera (León). Caliza. x. 3.



ción de las placas coronales de forma trapezoidal o pentagonal y gruesas y fuertes como pequeños incisivos cuando están sueltas, pero en cambio se pierde por completo la organización de los discos laterales del cáliz; no hemos podido comprobar la supuesta perforación de las placas. Los tallos se conservan menos que en los estratos pizarrosos, aunque parecen componerse como aquéllos de dos filas de placas en tejado. Cuando hay trozos formados, como los de *entroques* en el Devónico, de placas dovelares sueltas, se destacan éstas mucho con su robustez en contornos trapezoidales o pentagonales de las piezas externas. También son frecuentes piezas puntiagudas que recuerdan algunas el contorno de los *amygdalocystites*, de Norteamérica, y justificando siempre el nombre de la familia propuesto por Mock, *Anomalocystidea*.

Los cálices, siempre aplastados, varían de 6 a 11 en el número de sus placas externas, y con diámetros máximos de su cápsula de medio a cerca de cuatro centímetros.

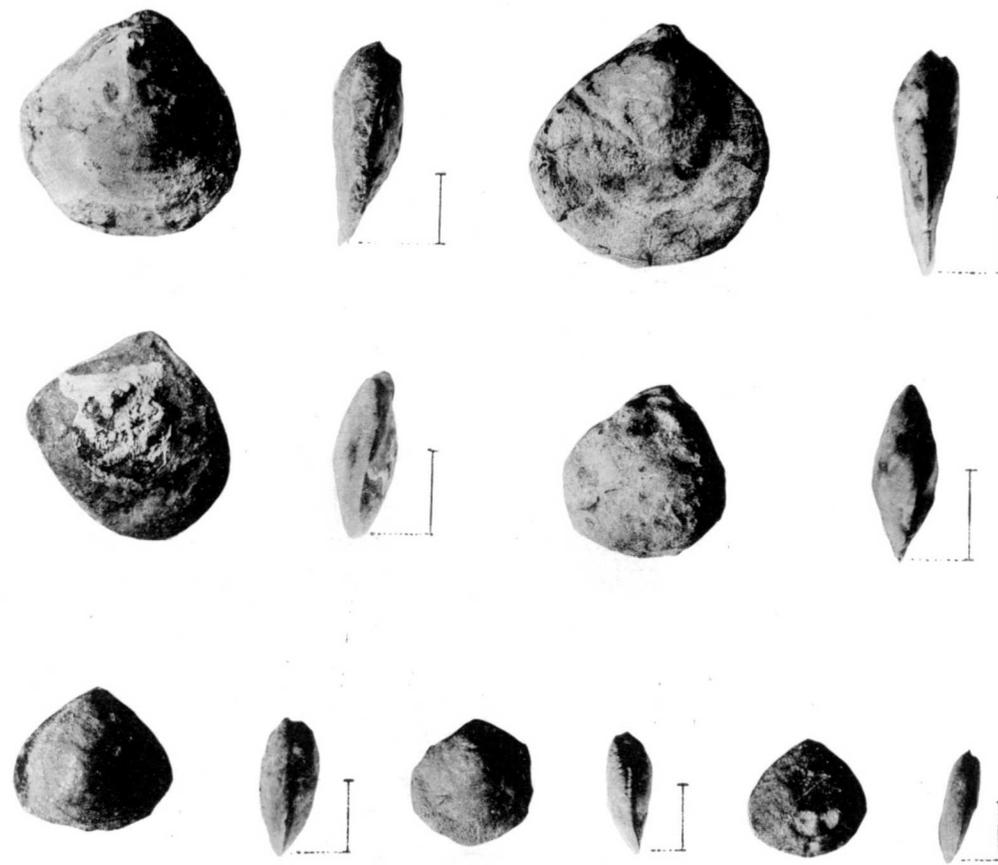
La abundancia de braquiópodos en las capas acadienses de la cordillera fué ya reconocida por Prado, Vernuil y Barrande en sus publicaciones de 1860, pero la escasa divulgación que tuvieron se debió a las dificultades de clasificación, pues tuvieron que limitarse, al dar cuenta de la existencia de la fauna primordial en la Cordillera Cantábrica, a representar los órdenes inferiores sin denominación, dando la clasificación completa solamente para los *orthisidos*.

Braquiópodos

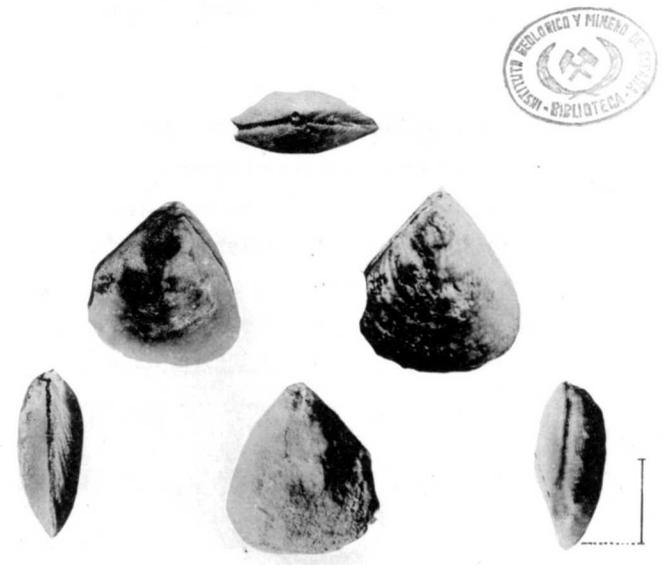
Ejemplares de los tres órdenes: *atremata*, *neotremata* y *protremata* se mezclan en las capas de *conocorypheos*, tendiendo quizá hacia los horizontes superiores. Los *protremata* (*orthis*, *orthisina*) son conocidos, salvo las variaciones nominativas y por eso daremos preferencia en este apartado a los pequeños braquiópodos de los dos primeros órdenes: *atremata* y *neotremata*.

Su historia puede resumirse así:

Descubiertos por Prado en 1858 fueron publicados por este geólogo y Verneuil y Barrande en 1860, pero solamente representados, sin recibir denominación; en 1896, el profesor alemán Pompeckj los supuso del género *acrothele* a juzgar por la semejanza de sus figuras con los braquiópodos descubiertos en Hérault, al Sur de Francia, por Miquel (*Discinas*).



Diversos tipos de *Obolus barrandei*, Walcott. (E) Samp. La Velilla (León)



Siphonotreta barrandei, Walcott (E) Samp. Crémenes (León)

En 1908, el eminente geólogo americano Sr. Walcott, las reproduce como nuevas especies de *Botsfordia ? barrandei*, repitiendo las explicaciones y gráficos en su obra monumental *Cambrian braquiopoda* del año 1912.

Procederemos ordenadamente para que la exposición de los hechos y la discusión nos lleven al mejor conocimiento de los fósiles.

Los moluscoides inferiores, figurados y no denominados por los antiguos geólogos franceses y españoles, fueron dos en su tamaño próximamente natural: una concha bien redondeada con pequeño corchete destacado, muy fino foramen y abundantes y delgadas líneas concéntricas de acrecimientos, y otra con escultura áspera formada por alternancias concéntricas muy semejantes, de banditas suaves y líneas salientes en cresta desde el *protegulum* hasta el borde externo.

El tamaño, dimensiones y contorno son muy semejantes en ambas clases y la descripción morfológica de Verneuil y Barrande a la que aludió Walcott en sus modificaciones, se ajusta bien al término medio de los ejemplares y puede expresarse así:

Braquiópodo, nuevo género.

Pl. VIII, fig. 5, *a, b, c, d, e* (1).

Concha tan larga como ancha, suboval apuntada hacia el corchete. Valvas del mismo espesor, pero de longitud un poco desigual. Una de ellas tiene un corchete más prolongado que la otra y en el umbo se aprecia, en algunos ejemplares, un foramen tan fino como hecho a punta de aguja. Por debajo de los corchetes hay un área sobre la cual no se puede apercibir ninguna traza de hendidura triangular, afirmación con la cual no estamos conformes como diremos al comentar.

(1) La fauna primordial en la Cordillera.

La superficie está ornada de estrias concéntricas poco pronunciadas.

Dimensiones. — Longitud, 13 milímetros; anchura, 13 milímetros; grueso, cinco milímetros.

Debemos advertir por fin que el individuo de estrias concéntricas que representa lo considera como una variedad, suponiendo, razonablemente, que su deformación es accidental.

Desde este punto entran nuestros comentarios y descripción.

Las dimensiones varían de seis por seis milímetros en tamaño menor y 15 por 14 en el medio mayor. La concha es débil, tanto en los ejemplares suaves como en los de alterancias concéntricas, pero particularmente en los primeros, en los cuales, cuando el ejemplar es delgado, se observan líneas de rotura y hundimiento parcial que se reflejan en las dos caras del individuo, al calarse sus fisuras y torsiones.

Las observaciones importantes que hemos de hacer se refieren al corchete. La valva ventral, bien distinta por tener manifiesto el umbo, lleva por debajo de él las líneas divergentes que señalan un *delthyrium* original cerrado totalmente en la mayoría de los casos, por medio de un *pseudodelthydium* segregado por el manto y que debió de avanzar del interior de la concha hacia el umbo hasta dejar aislado el pedículo, terminando probablemente, en la mayoría de los casos, por obturarse el foramen, visto escasas veces en conchas idénticas, conforme a la observación de Verneuil y Barrande. Mejor que pseudodeltydio debíamos decir que se produce, por segregación paulatina, un engrosamiento estriado, paralelo a la charnela y más o menos siguiendo la hendidura, con tendencia a restringir el pedículo en la valva ventral.

En la valva dorsal se aprecia una depresión encurvada que, unida a la hendidura del *delthyrium* de la ventral, debía producir un gran hueco original para el paso del grueso pedículo

de adherencia; pero, al igual que se iba cerrando paulatinamente por segregación la falsa área de la gran valva, en esta dorsal se va produciendo un *pseudochilidio* estriado en líneas paralelas a las de la charnela, hasta cerrarse por completo la depresión dorsal.

En resumen, parece que estos primitivos moluscoides tuvieron una gran abertura hacia el *protegulum*, formada por las dos placas divergentes de la valva ventral y la escotadura encurvada de la dorsal, comunicación que se fué reduciendo en ambas valvas por el mismo procedimiento, hasta cerrarse por completo, con formación o no de foramen, siempre en la gran valva, que es hacia donde se va reduciendo el pedículo.

Debemos advertir que, aparte de los trozos de concha engastados en la roca, son más frecuentes las valvas unidas de un solo individuo que sueltas, es decir, que los caracteres internos de la concha, dados por sus impresiones musculares, no hemos podido examinarlos, y en gran parte hemos de atenernos a la forma de la concha; ahora bien, ésta, con su corchete y los dos umbos algo separados, se ajusta a la figura de los *obolus* más que a las *lingulellas*, pero, desde luego, en el orden *atremata*, lo que parece confirmar la ausencia de ornamentación estriada.

La familia *obolellidae* de Walcott comprende los primitivos *siphonotretidos*, con pedículo por pequeña perforación circular en el ápice de *protegulum*, y en ella están clasificados los *Botsfordia*, pero, en nuestro caso, la salida del grueso pedículo se verifica por la abertura total entre las originales escotaduras de ambas valvas.

El corchete, cerradas las falsas áreas, es positivamente de *obolus*, sin que, careciendo de ejemplares con las impresiones musculares visibles, podamos apreciar la diferencia con el género *Lingulella*; pero a este propósito debemos recordar las palabras de Walcott, al establecer las distinciones entre los

dos géneros: «Debo, al mismo tiempo, admitir que las transiciones del *Obolus* a la *Lingulella* y de la *Lingulella* a la *Lingula*, se indican tan claramente que solamente con alguna arbitrariedad, se pueden referir especies de *Lingulella*, como la *L. bella* a los *obolidos*.» Schuchert creó la familia *Lingulellidae* para la *Lingulella* y sus formas aliadas. Adoptamos como diferencia genérica mayor espesor en el *Obolus* y más alargamiento en la *Lingulella*.

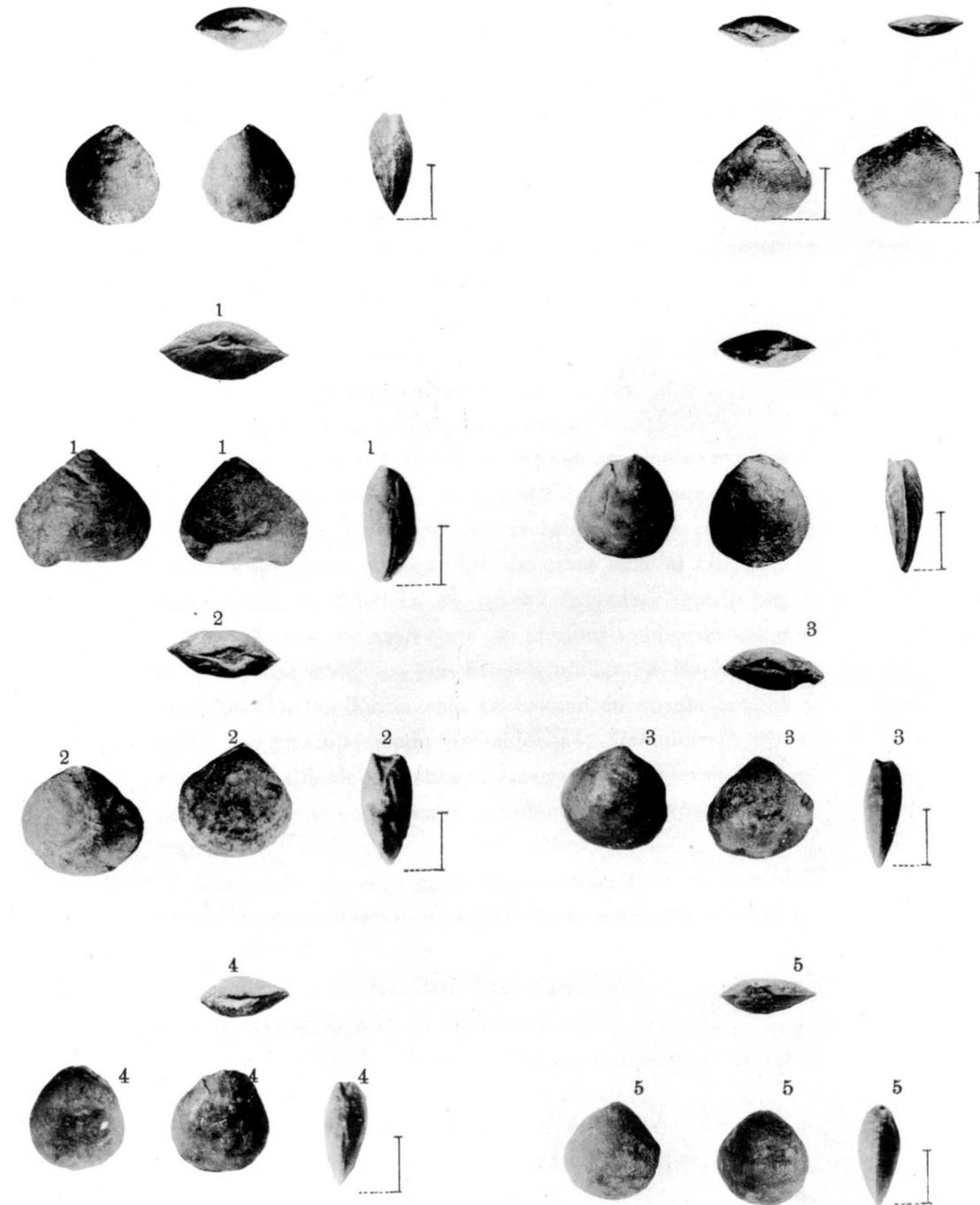
La composición de las conchas es calcárea, sin que se note reemplazo de sustancia ni se vea la córnea, dato opuesto a la sugerencia de *siphonotreta*, ya indicada por Verneuil y Barrande.

Los fundamentos de Walcott para la atribución al género *Botsfordia* son: (a), la valva ventral subacuminada con diminuto pedículo, abriéndose sobre una falsa área cardinal, no señalada por falso *deltidium*; (b), la convexidad de las valvas; (c), la tendencia del *Botsfordia pulchra* de Mattheu a reemplazar por calcárea la sustancia córnea de su más bien gruesa concha. Ninguna de ellas es convincente por las razones que antes hemos dado, pero nos explicamos la confusión del gran paleontólogo, por haber tenido como similares a los ejemplares franceses de Miquel (*Acrothele bergeroni*).

La concha, por partes y en algunos ejemplares, parece finamente porosa en su cubierta externa calcárea, debajo de la cual lleva otra más parda y, desde luego, muy porosa, pocas veces vista.

Son frecuentes las deformaciones por presión acusadas como en una de las figuras de los fósiles de la cordillera (1860).

Variedades. — Proviene de dos aspectos: del distinto relieve de las líneas de crecimiento y ligeros cambios de forma en los *obolus*, o de tamaños bien diferentes, con esculturas mucho más finas, siempre en líneas concéntricas al borde de la concha.



Diversos tipos de *Obolus barrandei*, Walcott. (E) Samp
Crémenes (León)



Desde luego, por las razones de transformación dadas al hablar del corchete y por la forma de la concha, conservaremos la denominación de *obolus* para estos *atremata*, pero nos creemos obligados a manifestar nuestras vacilaciones en las semejanzas encontradas en el laberinto de los braquiópodos no solamente como orientación a los que hayan de continuar los estudios, sino como disculpa a nuestras dudas, aun haciendo constar, de modo seguro, que nuestras especies se diferencian bien de todas las cambrianas que conocemos.

Obolus barrandei, Walcot (e) Samp.

Los parecidos en forma y tamaño son los *Obolus matinalis*, de Hall (Cambriano de Texas), y el *Obolus crassus*, Nickurtz, de Estonia, muy semejante por la forma de los corchetes y falsas áreas; pero, en especial, debemos citar al *Obolus ancillus*, Barr., en Bohemia, de concha delgada y que, a juzgar por las figuras, se asemeja a un término medio de escultura, entre lisa y rugosa, con irregularidades en las líneas de acreción (1). Por fin, si sólo se tuviese en cuenta tamaño y perfil, hay ejemplares muy parecidos a la *Siphonotreta verrucosa*, Eichwald, del Cambriano ruso; pero se diferencia, porque las leonesas no tienen ni remotamente la porosidad de las rusas.

Los *obolus* ásperos en su ornamentación, a los que atribuimos la denominación de *leonensis*, se asemejan a las especies siguientes:

Obolus ? mirandus, Barr. (Bohemia), (afín al *O. ancillus*.)

Obolus zoppi, Walcott (Cerdeña).

Obolus schmidtii, Mickwitz (Estonia), de ornamentación muy semejante, y

Obolella wirrialpensis, Etheridge (Australia).

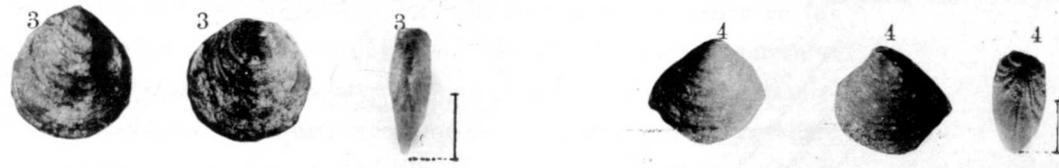
Entre las especies mayores y más anchas de Crémenes y

(1) Bajo Ordoviciense de Bohemia.

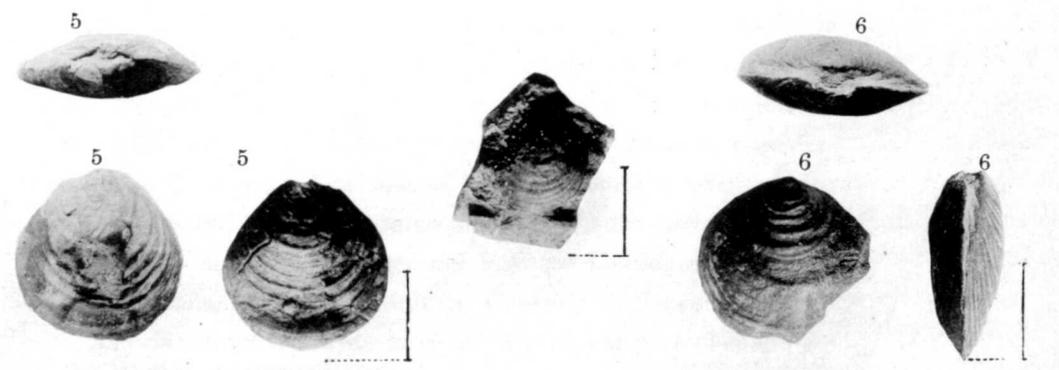
La Vecilla, los parecidos son con la *Obolella chromatica*, Billings, y la *Obolella asiatica*, Walcott (China), sin que nos decidamos a clasificación alguna hasta tener más ejemplares y más completos; por fin, recordaremos el *Obolus trigonalis*, Kobayashii, del supracambriano japonés, muy bien caracterizado.

Debemos citar restos muy bien conservados de conchas finas con nácar de tintes claros, las escamitas del cual dan líneas sinuosas, semejantes a las que se ven indicadas en el *Obolus ? lamellosus*, de Barrande (Bohemia).

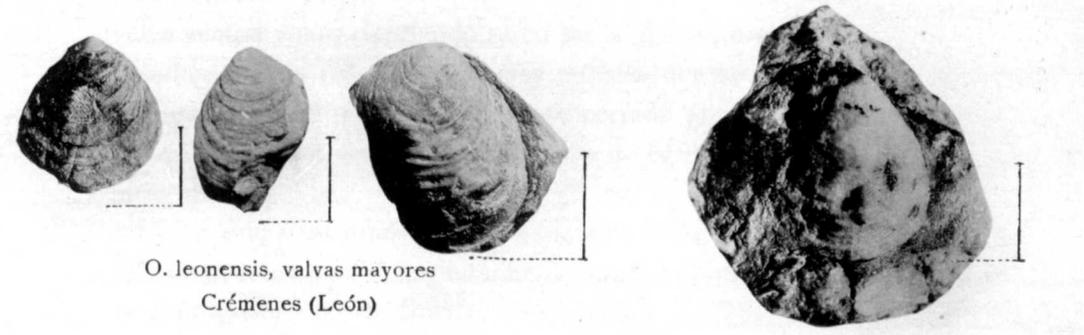
Al examinar todo el material de los *Neotremata* con detalle, encontramos algunos pocos ejemplares que nos hacen caer en la duda, ya manifestada por Barrande (1860), de que deba considerarse representada la superfamilia *Siphonotretacea*, de Walcott y Schuchert, pues, en efecto, «ni con lente fuerte se puede distinguir división alguna triangular en el área», pero sí se confirma que el pedículo, un poco alargado y circular, se abre en el vértice, a través del protegulum y nimbo de la concha, caracteres fundamentales de la familia *Siphonotretidae*, de Kutorga. La concha está finamente estriada de líneas concéntricas de crecimiento, pero su superficie carece de orificios y espinas; la primera condición podría ajustarse al género *Yorkia*, Walcott, pero su forma es exacta, aunque ligeramente deprimida, a la de la *Siphonotreta verrucosa*, Vern., de Esthonia, figurada por Walcott en la lámina LXXXI (1912), y a este género la referimos provisionalmente con el apelativo que tuvo en su origen de *barrandei*. Nuestra decisión se funda: primero, en que las espinas se pierden casi siempre y los poros los hemos visto representados en algún ejemplar, particularmente en una capa intermedia de las que componen la concha; en segundo lugar, la sección a lo largo muestra la gran valva prolongada en disposición tubuliforme a lo largo del protegulum, mientras que la valva pequeña está mucho



Crémenes (León)



La Velilla (León)
Diversos tipos de *Obolus leonensis*, Walcott. (E) Samp.



O. leonensis, valvas mayores
Crémenes (León)

O. trigonalis, Kobayashi
Cerecedo (León)



más deprimida, sin ofrecer área que produzca saliente; por fin, visto de frente el corchete, el foramen es perfectamente circular y diminuto, sin que se aprecien las placas deltidiales de los *obolus*, bien semejantes en forma y reunidos en el yacimiento con profusión. Por otra parte, se dan casos en los *obolus barrandei* de unión en deltidio de las placas laterales por su crecimiento lateral, dejando aislado el foramen para el pedículo, como ocurre en una de las figuras, pero el corchete de la *siphonotreta* se distingue perfectamente en este caso, y más en los casos generales, en que se acusa la gran abertura del delthyrium y el chilidio encurvado de la pequeña valva, otra figura en la misma lámina. En la sección de los *obolus* la diferencia es patente por el ángulo que ofrecen las dos valvas y que se aprecia en casi todas las figuras de posición lateral.

En cuanto al *Discina* y los *Protremata*, fundados por Verneuil y Barrande, los damos con los nombres enmendados de Walcott, añadiendo como nuevo el *Nisusia peñae*, que dedicamos al actual Director del Instituto Geológico y Minero de España, que ha elevado este Centro a su mayor prosperidad dando las bases de la división regional para el mapa español de 1 : 50.000.

Se trata de una *orthisina (jamesella)* diminuta, pero muy elegante, con el aspecto de pequeño *spirifer*. Tendrá medio centímetro de larga por uno de ancha y tres o cuatro milímetros de grueso; su escultura tiene una quilla radiocentral en la valva ventral y muy deprimido surco en la dorsal, correspondiéndose a cada lado tres pliegues radiales que se van atenuando. El área tiene un *delthyrium* cerrado por *deltidium*, es tan larga como ancha la concha y alta de cerca de tres milímetros.

En cuanto a los *protremata*, el género *eoorthis*, de Walcott, está propuesto como grupo intermedio entre las formas típicas de *Billingsella* y las de *Orthis*.

Las características de la diagnosis son: concha subcuadrada, hasta alargada transversalmente, con o sin pliegue y seno medios. Extremidades cardinales anchamente angulares y rara vez acuminadas. La superficie con costillas radiales estriadas, cruzadas por líneas de crecimiento y aumentado su número por interpolación.

La valva ventral tiene el nimbo algo elevado sobre el área y generalmente algo encorvado. El área es más bien ancha, plana o incurvada y estriada transversalmente. Los caracteres internos en nuestro caso están siempre ocultos por soldadura constante de las dos valvas.

El deltidium está abierto o cerrado parcialmente por un deltidium convexo. El nimbo de la valva dorsal es menos saliente y encorvado, con área bien desarrollada y un ancho deltidium. Concha de estructura densa, granulada, con fibras semejantes a pulpa de madera y porosidades irregulares que atraviesan varias láminas, pero no la totalidad, como en algunos *orthis* (*parva*).

Las especies cambrianas que han sido referidas a *eoorthis* se distinguen de los *orthis* (*sensu strictu*):

- 1.º Porque sus costillas aumentan por interpolación.
- 2.º Tienen un pseudoespondilio muy definido.
- 3.º Concha más bien delgada.
- 4.º Concha de estructura no fibrosa.

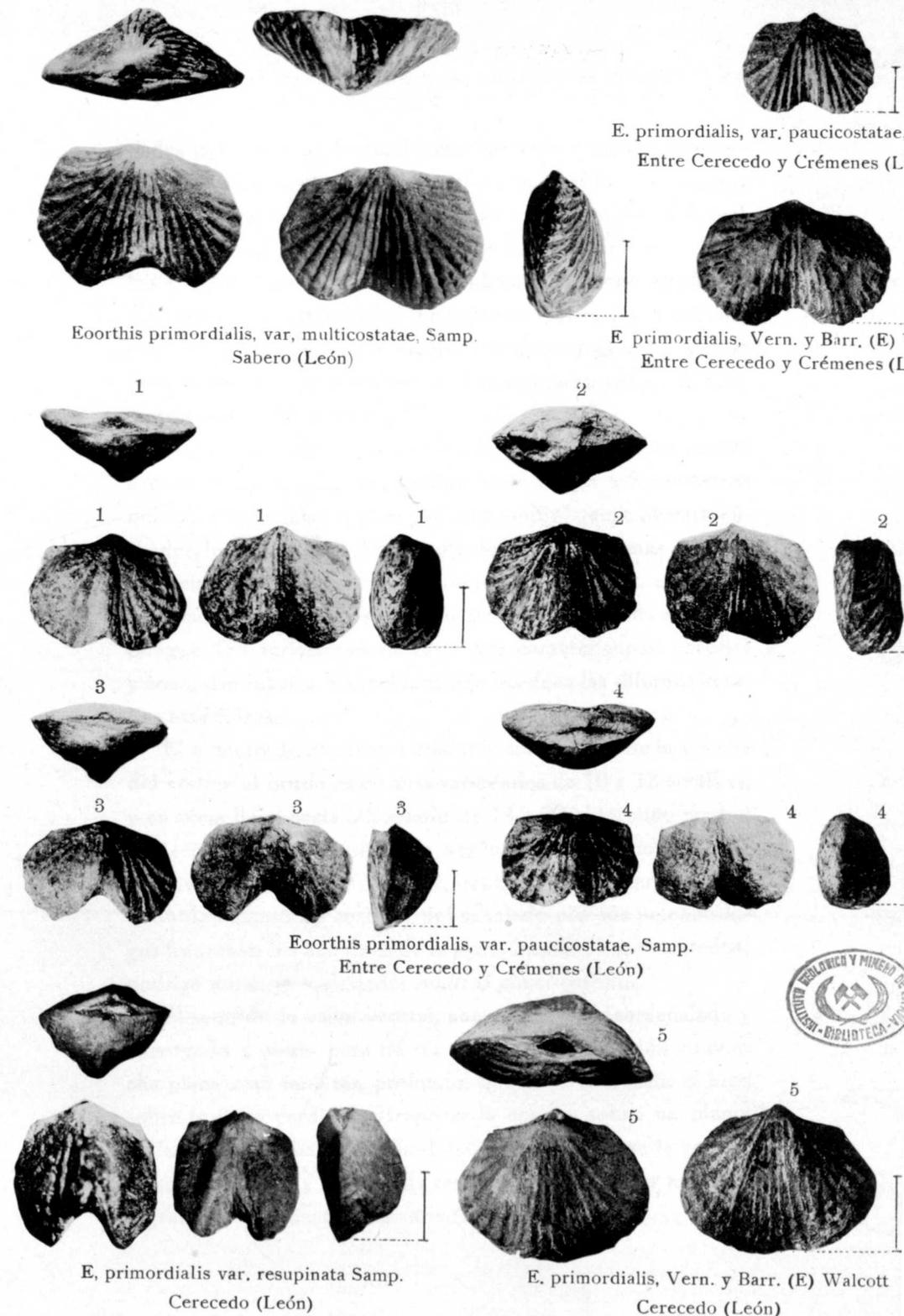
En resumen, los *eoorthis* cambrianos pueden considerarse como el enlace de los *Billingsella* y los *orthisidos* ordovicienses.

El rango de los *eoorthis* va del alto mesocambriano a través del cambriano superior hasta la parte baja del ordoviciense.

La descripción de De Verneuil y Barrand es como sigue:

»*Orthis primordialis* n. sp.

»Concha transversal redondeada en los lados, más ancha que larga. Área cardinal, no extendiéndose hasta las extremi-



E. primordialis, var. paucicostatae, Entre Cerecedo y Crémenes (León)

Eoorthis primordialis, var. multicostatae, Samp. Sabero (León)

E. primordialis, Vern. y Barr. (E) V Entre Cerecedo y Crémenes (León)

Eoorthis primordialis, var. paucicostatae, Samp. Entre Cerecedo y Crémenes (León)

E. primordialis var. resupinata Samp. Cerecedo (León)

E. primordialis, Vern. y Barr. (E) Walcott Cerecedo (León)

dades laterales y no teniendo sino los tres cuartos de la longitud total de la concha. Ambas valvas de espesor aproximado. La valva ventral tiene su área apenas elevada sobre la dorsal, pero se distingue por un seno que es tan profundo como el de los *spirifer* y que en el frente produce un pliegue agudo. La superficie, con estrías muy dicotomadas sobre las costillas y casi sencillas en el seno: a 5 milímetros del corchete se cuentan 7 en un espacio de 5 milímetros. Dimensiones: ancho, 16 milímetros; largo, 12; espesor, 7.»

Dos características bien señaladas por De Verneuil en esta especie es el número de costillas: siete o más a 5 milímetros del ápice de la valva ventral y el seno medio, que, a nuestro entender, le distingue esencialmente de todos los demás *eoorthis* cambrianos, pues aun el *E. indianela*, de Walcott, es mucho más ancho, más plano y casi sin escotadura al extremo de su pliegue. Las variaciones de estas dos características: costillas y seno, dan lugar a distinciones que bordean las diferenciaciones específicas.

El número de costillas a contar hacia la mitad de la concha del vértice al borde es en unas variedades de 10 a 12 costillas, y en otras llega hasta 30, siendo de 14 a 20 el término medio; es decir, en nuestra opinión, y según el grabado de De Verneuil, reproducido por Walcott, tienen los ejemplares típicos el doble número de costillas del señalado por los paleontólogos franceses; los extremos de la serie, bastante representados, podrían nombrar variedades *multi* o *pauci-costatae*.

El seno de la valva ventral, con el nimbo bien señalado y encorvado a veces, pasa de ser una ligera ondulación en concha plana a un seno tan profundo, que hace sobresalir el pico sobre la línea cardinal al reposar la concha sobre un plano; en los casos de mayor profundidad parece acortarse la concha transversalmente y con varios casos repetidos, como en la fotografía, se justificaría una variedad *resupinata*.

En cuanto al corchete, debemos hacer alguna observación; el área de la valva ventral está estriada a lo largo, y algunas veces conserva un pseudo deltidium triangular, ocultando el foramen excavado en arco en el arca dorsal.

Por fin, en algunos ejemplares el nimbo de la valva ventral está encorvado solamente en un pico central; por lo general, ambas áreas son planas, triangulares y muy abiertas de ángulo.

Siguiendo a Walcott consideramos al género *Nisusia* dentro de la familia *Billingsellidae*, de Schuchert, y en el orden *protremata*.

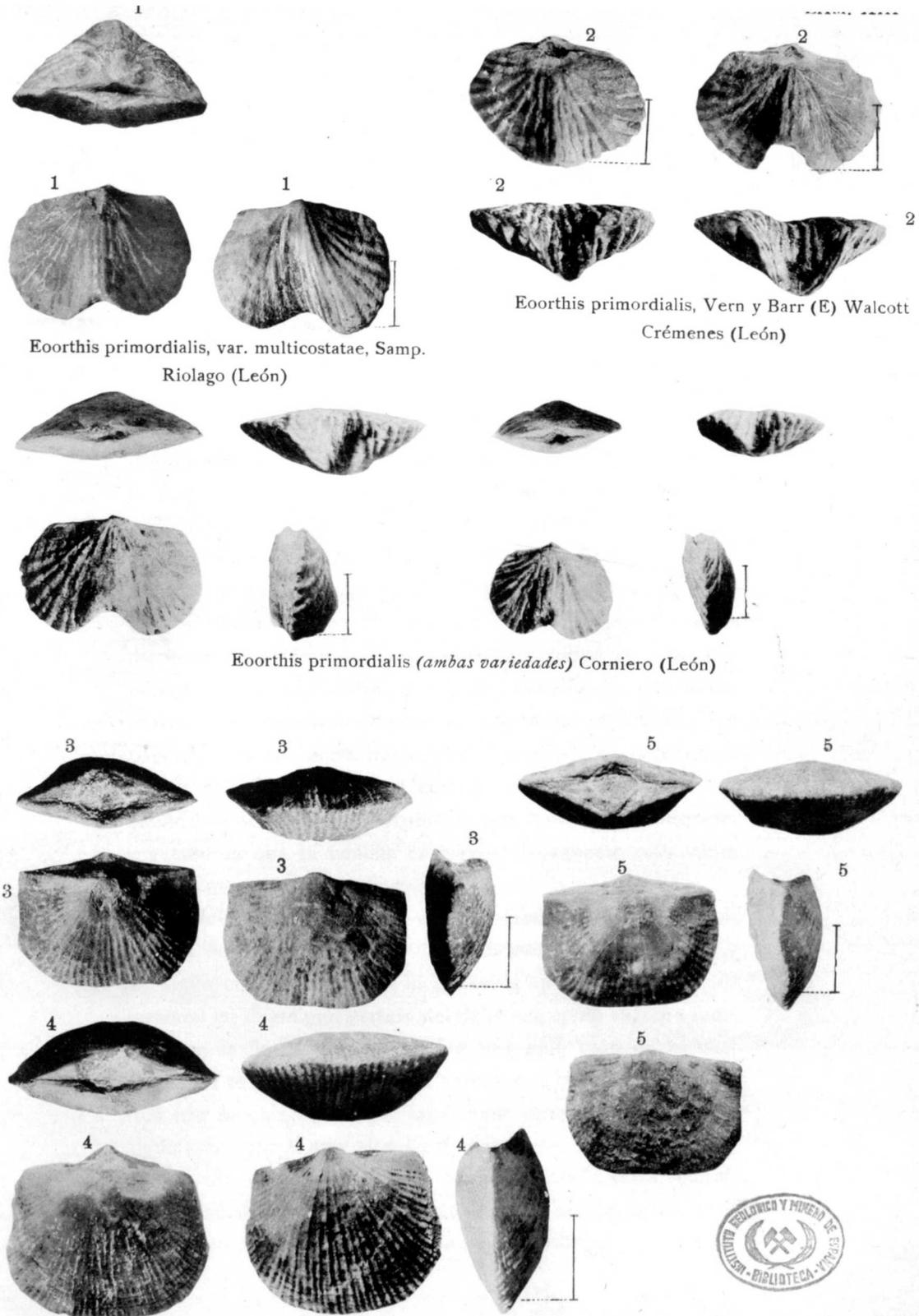
La forma es subcuadrada. La estructura de la concha, densa, con diminutas masas granulares y poros, penetrando alguna de las láminas de la concha. La superficie, con costillas radiales y estrechas que soportan desigual distribución de espinas y tubérculos sobre sus crestas.

La valva ventral se eleva más que la dorsal, y a veces tiene seno. Área vertical o inclinada hacia atrás, bien estriada a lo largo en nuestros ejemplares, deltidium grande cubierto algunas veces por placa deltidial. La valva dorsal suele ser menos convexa, con área más disminuída. Los caracteres internos no están representados en ninguno de nuestros casos.

La comparación del área ventral diferencia bien el género *Nisusia* del *Billingsella*, pues aun cuando ambos tienen deltidium sobre abertura triangular, en el *Billingsella*, se encuentra perforada la extremidad superior, mientras que en el *Nisusia*, aun cuando pudo ocurrir del mismo modo en los primeros tiempos, no se ha encontrado ninguna especie mostrando claramente el paso del pedículo.

Los *clitambonites* del ordoviciense inferior tienen bastante analogía con las *nisusias*, diferenciándose, entre otros casos, en la textura fibrosa de las conchas silurianas.

Varias especies cambrianas difieren del género *Nisusia* en



Eoorthis primordialis, var. *multicostatae*, Samp.
Riolago (León)

Eoorthis primordialis, Vern y Barr (E) Walcott
Crémenes (León)

Eoorthis primordialis (ambas variedades) Corniero (León)

Diversos tipos de *Nisusia vaticina*. Vern y Barr. (E) Walcott. Corniero (León)



la ausencia de espinas en las costillas radiales; este carácter es el fundamento del subgénero *Jamesella*.

La descripción original de la *Nisusia (Orthisina) vaticina* es la siguiente:

«*Orthisina vaticina*, Salter in Litt.

» Concha subcuadrangular, ligeramente aplastada debajo de las extremidades laterales. Longitud igual a los tres cuartos de la anchura. Arista cardinal algo más corta que el largo transversal de la concha. Valva ventral doble de gruesa que la dorsal y con área de altura doble. Abertura triangular sobre cada una de las valvas, cubierta parcialmente por un deltidium. En el vértice del corchete hay un orificio muy fino, apenas visible, que se suele obliterar. Las valvas son regularmente bombeadas, sin seno y con borde recto. La superficie, con estrías dicotomadas y espinosas; estas espinas o tubos de uno a dos milímetros sobre la ventral, apenas se ven en la dorsal a 10 milímetros del corchete donde las estrías se subdividen, se cuentan seis en cinco milímetros. Longitud, 18 milímetros; ancho, 24; espesor, 8. Las costillas alternan casi rigurosamente con otras cortas interpoladas que no llegan al corchete, y a medida que la concha es mayor, de aspecto más viejo, suele acusar nudos o espinas.»

El deltidium de la valva ventral muestra líneas de crecimiento de forma laminar y perfil cóncavo hacia el chilidio, y en algún contado caso nos ha parecido apreciar un diminuto foramen en el antiguo vértice del deltidium, como aparece indicado en la figura original de De Verneuil, caso en el cual quizás no se justificase por ese carácter su clasificación genérica (de *nisusia* a *billingsella*). Como anomalía hemos visto algún área ventral muy alta. La dorsal acusa, cuando está bien conservada, un arco de chilidio cóncavo hacia la valva ventral; con frecuencia faltan las obturaciones en ambas áreas, y el foramen tiene tendencia romboidal en sus extremos.

Como límite de forma hay algunos ejemplares que cerca del borde, en toda su curvatura externa, al igual que ocurre con la *Strophomera romboïdalis*, se dobla la valva ventral envolviendo en ángulo casi recto a la dorsal y produciendo un perfil lateral de concha muy bombeada, más semejante a la *Billingsella lindstromi*, Linnarsson, del cambriano sueco, y otras veces a la *Nisusia festinata*, Billings.

El extremo contrario en la serie morfológica está dado por las formas planas, alguna muy semejante al *Eoorthis Kayseri*, W.

La descripción original de la *Nisusia (jamesella) Pellicoi*, Vern. y Barr., es la siguiente:

«*Orthisina Pellico* n. s.

«Concha bastante pequeña, un cuarto más ancha que larga, de perfil cuadrado en las extremidades. La mayor anchura en la arista cardinal. Valva ventral doble de gruesa que la dorsal y con área dos veces más alta, que se eleva perpendicularmente en ángulo recto con la arista cardinal. La abertura cubierta parcialmente por un deltidium que desciende del vértice. Sobre la otra valva se aperciben apenas rudimentos de deltidium semejante.

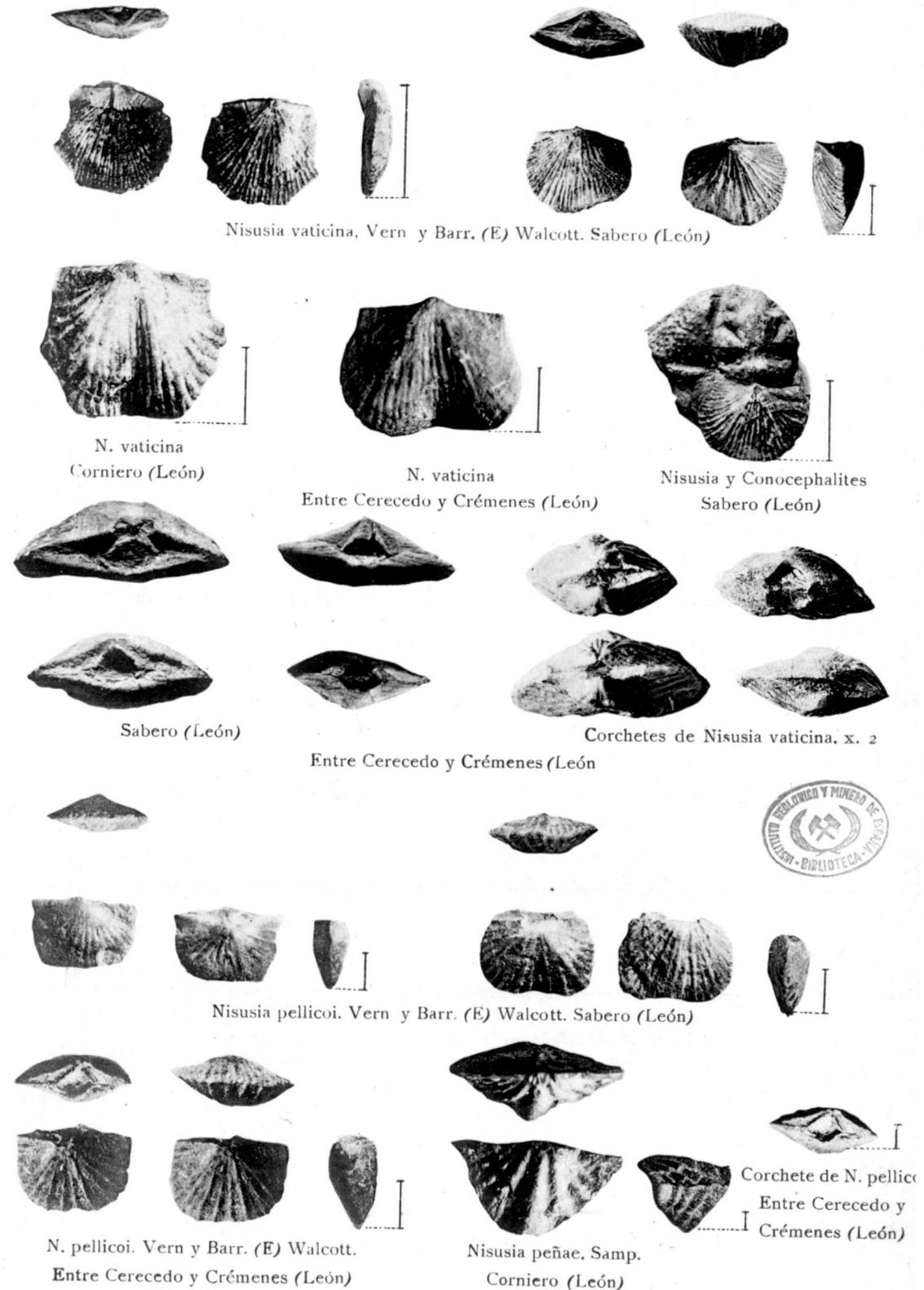
»No tiene seno ni contorno ondulado. La superficie tiene estrías espaciadas. Se cuentan tres o cuatro principales sobre las costillas y dos o tres intermediarias más finas.

»La región mediana está limitada por dos estrías pronunciadas, entre las que se distinguen dos o tres más débiles.

»Dimensiones: anchura, 11 milímetros; longitud, 8; grueso, 5.»

La forma de obturación deltidial es idéntica a la *vaticina*, contendencia al foramen romboïdal grande cuando falta.

Las formas de gran seno, unidas a las *nisusias*, parecen derivar hacia los *eoorthis primordialis* la mayoría, y otras son más afines con la *nisusia (jamesella) peñae*, Samp.



En resumen, la lista de braquiópodos del Cambriano español podría formularse así:

Lingulella acuminata, Conrad (Aragón).

Discina, sp.

Obolus barrandei, Walcott (Emend), Samp.

» *leonensis*, Samp.

» *trigonalis*, Kobayashi.

Acrothele primæva, Vern. y Barr.

Nisusia ? vaticina, Vern. y Barr. (E.), Walcott (1).

Nisusia (Jamesella) pellico, Ver. y Barr. (E.), Walcott.

Nisusia peñae, Samp.

Eoorthis primordialis, Vern. y Barr. (E.), Walcott,

» » var. *paucicostatae*, Samp.

» » var. *multicostatae*, »

de cuyas especies las dos primeras son de Aragón y el resto de la cordillera.

De modo excepcional, particularmente entre los braquiópodos de Corniero, encuentro algunas formas de *rhyntonellidos*, sin que nos atrevamos a dar colocación ni genérica siquiera.

A punto de empezar los *moluscos* nos reclaman urgentemente las últimas cuartillas para la imprenta, con lo cual retrasamos la descripción de algunos géneros y especies nuevas entre los *lamelibranquios* (*Fordilla marini*) (2) y *gasterópodos* incluidos en la lista.

(1) La modificación de *orthisina* por *clitambonites* propuesta por Zittel, debe reducirse a géneros silurianos.

(2) Dedicado a mi querido compañero el académico D. Agustín Marín, representante conmigo del Instituto Geológico y Minero de España en el Congreso Geológico Internacional de Washington.

Trilobites

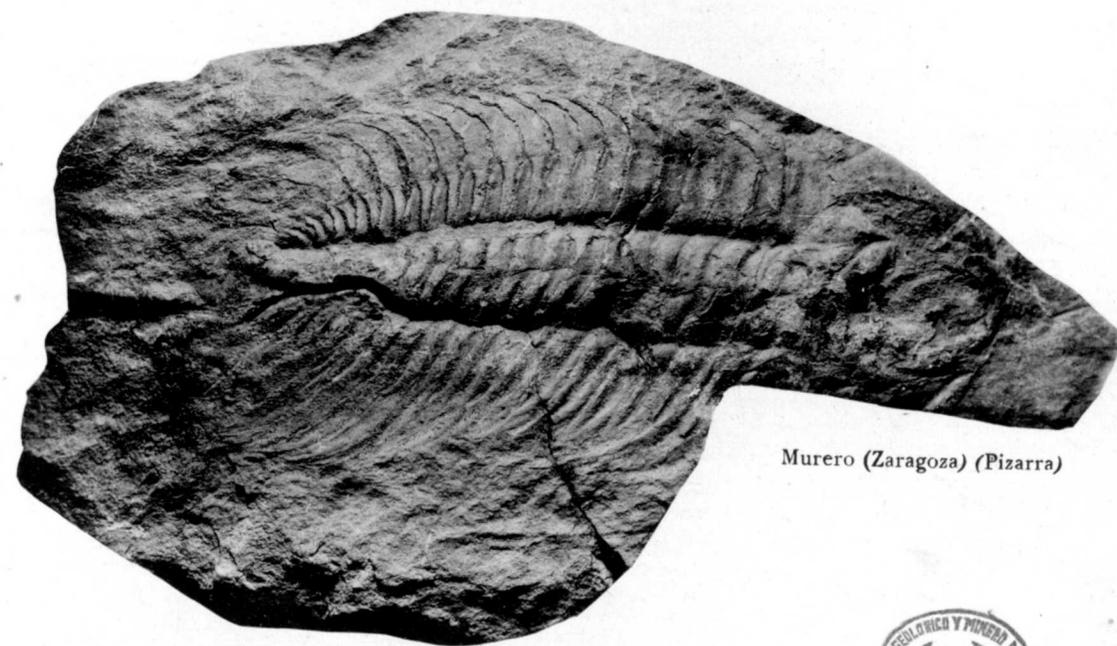
Representan más de la mitad del número de especies reunidas en la fauna cambriana española, aunque por la cantidad de ejemplares encontrados tengan una proporción bastante más elevada en los yacimientos, particularmente en los de Aragón y asturianos de la costa; no obstante su relativa abundancia, quizás todos los géneros deban referirse al Cambriano medio o Acadiense, representando la típica fauna primordial de Bohemia, con absoluta identidad en muchos de los casos.

De 39 especies, 11 corresponden a los *paradoxides* y 10 a *conocorypheos*, géneros ambos del piso C, de Barrande, o mesocambriano.

Respecto a la clasificación de los *trilobites* de este sistema, vemos que dentro de los órdenes creados por Beecher, según las disposiciones naturales, todas las familias, excepto una *Hypoparia*, corresponden al orden *Opisthoparia*, o con sutura hasta el borde posterior del *cranidium*; la enumeración puede hacerse así: Orden *hypoparia* (sutura inferior); familia *Agnostidae*, de M. Coy; orden *opisthoparia*, familias *Conocoryphidae*, de Angelin (*conocorypheos*, *conocephalites ctenocephalus*); familia *Paradoxidae*, Emmrich; familia *Olenidae*, Burmeister (*Sao Ptychoparia*); familia *Solenopleuridae*, Angelin (*Solenopleura*), y familia *Ellipsocephalidae*, de Mathew (*Ellipsocephalus*, *Agraulos*, *Arionellus*).



Ciñera (León) (Caliza) T. n.



Murero (Zaragoza) (Pizarra)

Paradóxides spinosus. Boeck. T. n.





Pigidiúm de *Paradoxides barrandei*. Barr.
Murero (Zaragoza) T. n.



La fauna aragonesa, como la estudiada de modo más repetido y último, es la que ofrece mayor cantidad de especies; también en esos yacimientos es donde se verifica la variación extrema de los individuos, desde los diminutos *agnostus* hasta *paradoxides* de treinta o cuarenta centímetros de longitud.

Los *trilobites* se encuentran mineralizados en caliza hacia la cordillera y contenidos en jacillas pizarrosas en Aragón y en la costa asturiana.

Agnostus.—Las tres especies que se podrían citar de este *trilobites* son:

Agnostus sallesi, Mun.-Chalm.

> *pisiformis*, Linn.

> *integer*, Bey.

La primera fué citada por Dereims (1898); las *Ag. pisiformis* y *Ag. integer*, las hemos encontrado nosotros (1932) al revisar el material de D. Pedro Palacios y el nuestro recogidos hacia años. El *Ag. sallesi* no lo hemos podido comprobar, sin que esto sea extraño por la pequeñez y mezcla confusa en que se ofrecen estos restos.

El número de ejemplares visto por nosotros no pasan de cuatro.

Los *agnostus integer*, Bey, se ofrecen en diminutas y alargadas cabezas con las bifurcaciones en horquilla al final de los surcos verticales y paralelos que limitan la glabela; los *Ag. pisiformis* (Linn.), tienen la loba del cefalón estrechada hacia el frente y con su pequeño nódulo segmentado en el extremo frontal de la glabela como representación de la división en surcos laterales.

Estos fósiles se encuentran en el mismo horizonte que los *paradoxides* y unidos a otras formas pequeñas que son: *Paradoxides pusillus*, Barr., *microdiscus?*, *pseudonodiscus?* y cabezas que asemejan *protaspis* de Sao o de *Olenellus*.

Familias «*conocoriphidae*» y «*Olenidae*».—Comprende-

mos en esta agrupación *conocoriphidae*, los antiguos *conocephalites*, a los que corresponde el nombre anterior de *conocoripheos*, y algunas de las formas derivadas de loba central, que fueron señaladas por Corda como *ctenocephalus* que dejamos en sus antiguas denominaciones, las cuales dan más carácter, a nuestro entender, a los isleos que las contienen.

Conocephalites o *conocoripheos* como los nombraremos de preferencia, representan el 25,6 por 100 del total de los *trilobites* recogidos y un 11,45 por 100 de las especies citadas, datos que indican su relativa importancia.

Las especies citadas son las mismas en casi todos los isleos, y así, los tres *trilobites*.

Conocephalites sulzeri, Schlotheim.

» *ribeiro*, Barr. y Vern.

» *coronatus*, Barr (1).

Esta especie, una de la más conocida y característica del Cambriano medio, tiene una extensa área de repartimiento.

Se citan: en la cordillera, en los isleos asturianos (excepto el Narcea) y en Zaragoza; en las manchas geológicas de esta última provincia y con el nombre de *conocoripheo*, hay que

(1) Hoy *Ctenocephalus coronatus* (Barrande), con la historia siguiente en su denominación:

Conocephalus coronatus, Barrande. Not. prelim., 1846; p. 12.

Ctenocephalus barrandei, Corda. *Abhandl. d. k. böhmischen Cesell. d. Wiss.*, 5, 1847; p. 142; pl. 2; fig. 12.

Conocephalites coronatus, Barrande. *Syst. Sil. du Centre Bohême*, 1, 1852; p. 424; pl. 13; figs. 20-26.

Conocoryphe coronata, Hicks. *Quart. Jour. Geol. Soc. London*, 28, 1872; p. 178; pl. 6; fig. 11. — Bergeron. *Ann. d. Sci. Geol.*, 22, 1889; p. 333; pl. 2; fig. 12. — Pompeckj. *Jahrb. d. k.-k. Geol. Reichsanst.*, 45, 1896; p. 538.

Ctenocephalus coronatus, Reed. *Geol. Mag.*, 5, 1898; p. 495; id. 7, 1900; p. 253.

Cambriano medio: Tejrovic, Skrej and Ginetz, Bohemia. Ferrals, Coulouma, Montagne Noire, Francia. St. Davids, Pembrokeshire and Maentwrog (Clogau), Merionethshire (Menevian) and Nuneaton, Warwickshire (Purley shale), Inglaterra. Manuels Brook, Conception Bay, Newfoundland (Terranova). (Manuela).

añadir el *C. Heberti*, M. Ch. y Berg., y el *C. ef. Zavyi*, M. Ch. y Berg., citados por los geólogos Dereims (1898, el *C. Heberti*) y Lotze (1928, el *C. Zavyi*).

En cambio en el isleo de la Vega de Ribadeo (hoy Vegadeo) se citó por Barrois (1882) el *C. castroi* incluido en el catálogo Mallada y no vuelto a citar en ninguno de los yacimientos.

Debemos también advertir que los eminentes paleontólogos Verneuil y Barrande, al clasificar y publicar (1860) los fósiles recogidos por D. Casiano de Prado en la cordillera cometieron el error de atribuir la especie a Zenk, que era el autor del género (*conocephalus*, *conocephalites* fué dado por Barrande), pero no el de la especie, que es *Schlotheim*; esa equivocación recogida por Mallada, sin comprobación, se ha perpetuado en el catálogo de fósiles y en alguna publicación hasta los trabajos de Dereims en Aragón en 1898, que estableció la correcta denominación para el autor del fósil.

En cuanto a los *conocoripheos* de los isleos aragoneses debemos señalar las alteraciones de la serie; consisten principalmente en el cambio de dimensión longitudinal del cefalón y la disminución de profundidad de los pliegues laterales hasta llegar a la glabela cónica, pero lisa. Dentro de las formas que podríamos llamar lisas se encuentran los dos extremos, después de una serie de gradaciones, cabezas muy cortas del limbo frontal al primer somite y muy dilatados entre las puntas genales o cabezas muy largas y estrechas; estas variedades, que creo pueden llamarse *lata* o *longa*, se dan lo mismo en los *conocephalites sulzeri* que en los *C. coronata*, formándose claramente cuatro variedades en los extremos de las glabelas cónicas.

Estos tránsitos señalados son los que nos van llevando al enlace con la familia de los *olenidos* y como representante bien definido, de los cuales es el *Ptychoparia fichti* representado

por Walcott en el infracambriano de Nueva York; las glabelas de esos *trilobites* son en general pequeñas, llegando a dos centímetros de anchas, tienen bordes rectos y paralelos, sin pliegues, como en algunos *ellipsocephalus*, pero con granulación espinosa muy acentuada; si se prescindiese de la existencia de las placas ocelares, acusadas en el *C. ribeiro*, Vern. y Barr. (1860), la semejanza sería completa con las cranidias de *Ptychoparia fichti* representadas en la zona de *Olenellus* (1890) (pl. XCVI, fig. 5) (1), fósil definido por su autor del modo siguiente: «Esta especie se funda sobre una diminuta cabeza que ocurre en asociación con el *microdiscus connexus* y varias otras especies de las series infracambrianas.

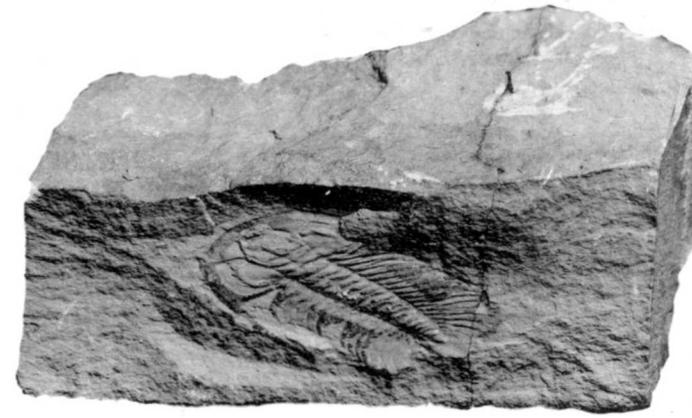
»La glabela alargada sin pliegues con mejillas anchas y libres y su superficie fuertemente granulada ofrece una facies inconfundible con las demás especies conocidas por mí.» Walcott.

Desconocemos la *ptychoparia* (?) *ribotana* comunicada a Lotze en manuscrito por los paleontólogos Rud. y Richter, no pudiendo deducir consecuencias de la comparación, pero sí hay otra especie: la *Pt. cf. striata*, Emmerich, de tipo *lata*, que ha sido incluida por Mansuy entre los *conocoripheos* del Maruecos francés y que quizá se pueda considerar representada en uno de los tránsitos.

La roca en que está mineralizada es una pizarra gris verdosa, muy arcillosa y no califera del yacimiento de Valdemieses (Zaragoza). Corresponde al Acadiense, pues en el mismo trozo de roca se encuentra *C. sulzeri*, var. *lata* sp. n.; *C. ribeiro*, Barr. y Vern., y puntas genales de *pradoxides* y nodulitos ferruginosos que parecen corresponder al género *Leperditia*.

Trataremos de exponer cómo se efectúa el enlace de las familias *conocoriphidae* y *Olenidae* en estos isleos de Aragón.

(1) *The fauna of the lower cambrian or olenellus zone.* — CHARLES P. WALCOTT. — 1890, Washington.



Paradoxides rotundatus, Barr. Murero (Zaragoza) T. n.



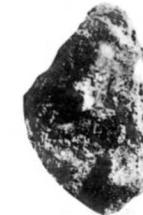
P. rotundatus, Barr. Murero (Zaragoza) T. n.



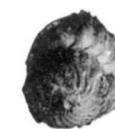
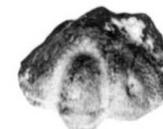
P. rotundatus, Barr. Murero (Zaragoza) T. n.



Paradoxides rugulosus, Cord. Valdemieses (Zaragoza) $\frac{1}{2}$



Ellipsocephalus pradoanus, Barr. Malagón (C-Real) T. n.



Conocoryphe ribeiro, Barr. y Vern. Cerecedo (León) x. 2



Pigiidium de P. bohemicus, Barr. Murero (Zaragoza)



Con los caracteres generales de glabela lisa, de bordes rectos y casi paralelos y gruesa granulación en todo el cephalón encontramos un grupo, representado por las cabezas de frecuentes individuos, las cuales varían de pocos milímetros a un centímetro en su longitud; los extremos de sus cambiantes se encuentran en una ligera conicidad y alargamiento de su glabela y un acortamiento con borde truncado en los casos opuestos; en los dos cambia también el borde frontal, que se hace más ancho a medida que es más redondeada o truncada la cabeza. Debemos advertir que en estas gradaciones quizás influya el grado de compresión del ejemplar por los movimientos de las capas del terreno.

Cuando las glabelas son cónicas con escaso borde hasta el *labrum* la semejanza es evidente con los *conocephalites sulzeri* de tipo levantado o *longa* que ya hemos señalado anteriormente, pero cuando se acortan o truncan pasan de modo sensible al grupo de las *Ptychoparias fichti?*, descrito por Walcott para el Cambriano inferior de New York County.

No hemos podido figurar el ejemplar de mayor conicidad (var. *prælonga*, sp.). La altura de su glabela será de 2,5 centímetros por 0,5 de ancho, advirtiéndose que el ejemplar parece comprimido; la glabela como las genas, son muy lisas y carecen de pliegues y ojos hasta el somites cefálico, que es recto y poco marcado.

La semejanza con los *conocephalites (conocorypheos)* es manifiesta si se le compara con las variedades altas de cabeza y sin pliegues laterales; el punteado como en aquellas variedades es sumamente grueso, recordando sus moldes negativos a trozos de *fenestelidos*. Las pleuras tienen dos nervaduras bien manifiestas en el mesotergum, de un centímetro de ancho.

La tendencia al alargamiento de las cranidias en los *conocorypheos* se manifiesta hacia los isleos mediterráneos y ya había sido observada por M. Mansuy en su trabajo sobre el

Cambriano de Marruecos, publicado en 1922 (1), y en el cual coloca unidas algunas variedades de *G. Sulzeri*, Schlot, con otras de *ptychoparia barthouxi* n. sp., y *Pt. striata*, Emmer., del Acadiense de Geinitz, ninguna de las cuales se parecen a las nuestras, empezando porque carecen del grueso punteado característico.

Las *ptychoparias*, muy granuladas, son idénticas a la *Pt. fichti*, Walcott, y únicamente los que se podrían considerar como términos finales de la serie tienen un limbo frontal tan ancho como la glabella, produciéndose con las genas lisas un encuadrado de gran regularidad; la anchura del limbo frontal es lo que hace diferir esencialmente la *Pt. fichti* de las nuestras que figuramos, la *Ptychoparia* var. *truncata*, de borde recto como extremo de la serie: todas tienen bien desarrollado y unido a la cabeza el primer anillo cervical, también granuloso; dedicamos esta especie a nuestro inolvidable maestro D. Florentino Azpeitia.

Es innegable una cierta semejanza entre las formas de *trilobites* de Aragón y los del Alto Alemtejo en Portugal, dando la apariencia homotóxica las *ptychoparias* de España con los *Hicksia* de Alemtejo.

Las diferencias, no obstante, estriban particularmente en que la glabella del género *Hicksia* es prominente, sin ninguna traza de lobación, los surcos laterales profundos llegan a ser muy anchos, desvaneciéndose al unirse con la ranura del limbo y con el surco occipital, la glabella viene a quedar como una especie de esfera o nódulo liso que sobresale en el cephalon; en cambio, en los *ptychoparias* la glabella es igualmente levantada y está limitada por surcos distintos, finos y profundos en todo su paralelismo hasta el somite cervical. Las mejillas del *Hicksia* son, del mismo modo que la glabella, de as-

(1) «Description de quelques trilobites du Cambrian du Maroc», par Mansuy. — *B. S. G. de F.*, 4^e sér., t. XXII, 1922.



Ctenocephalus coronatus, Barr. T. n.
var *altus*, Samp. Valdemiedes (Zaragoza)



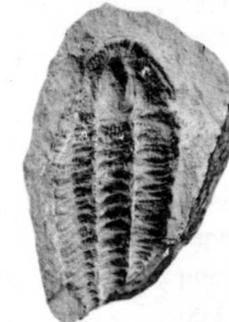
Conocoryphe sulzeri, Schlot. T. n.
Corniero (León)



Ctenocephalus coronatus, Barr. T. n.
var *altus*, Samp. Valdemiedes (Zaragoza)



Conocoryphe sulzeri, var *altus*, Samp. Valdemiedes (Zaragoza) T. n.



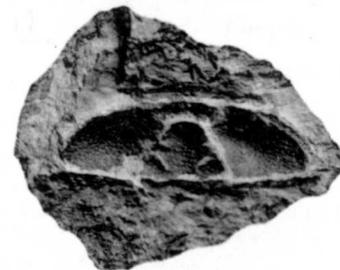
C. sulzeri desarrollado T. n.
Murero (Zaragoza)



C. sulzeri, Transito a *Ptychoparia* T. n.
Valdemiedes (Zaragoza)



C. Sulzeri desarrollado con puntas genales T. n.
Murero (Zaragoza)



Valdemiedes (Zaragoza)



Conocoryphe sulzeri, var *latus*, Samp. T. n.



Murero (Zaragoza)



pecto suave y algo nodular, elevándose hacia su mitad; el limbo frontal es cóncavo. En los *ptychoparias* las mejillas son casi planas y se distribuyen en bandas paralelas y enlazadas sobre el hipostoma rodeando a la glabella.

Las diferencias más llamativas son: el saliente amigdaloi-de y liso del *Hicksia* y la fuerte granulación en el cephalon de tres bandas paralelas de los *ptychoparias*.

La fauna de Alemtejo y la de Aragón, por ejemplo, son pizarrosas y llevan de comunes la relativa abundancia de *paradoxides* y algún *Fordilla*, como los de las faunas norteamericanas estudiadas por Walcott, 1890; no obstante estas evidentes semejanzas, que podrían poner sobre aviso de un gran geosinclinal sincrónico que cruzase la Península casi de Este a Oeste, con independencia de los del Norte y Sur, el geólogo portugués Carrington Simões da Costa (1931) viene a suponer la fauna de Alemtejo como georgiense, rectificando a Fleury (1922), que la suponía acadiense. La presencia de *paradoxides*, *fordilla*, *microdiscus*, etc. nos hace sospechar se trata, en efecto, del mesocambriano (1).

Como advertencia general son muy escasas las puntas genales conservadas en los *conocoriphidos* y únicamente hemos visto algún ejemplar completo en Valdemiedes.

En el género *Sao*, de los *Olenidos*, se pueden citar dos especies: la *S. hispanica*, comunicada a Lotze en manuscrito por Rud. y Richter, de la cual no conocemos descripción, y otra que suponemos nueva, procedente de las pizarras verdosas de Valdemiedes y en la que se marcan muy claramente el redondeado casi semicircular de las genas móviles con grueso punteado.

Familia «Paradoxidae», Emmrich. — Los ejemplares de este género clásicamente mesocambriano, son los *trilobites*,

(1) Suspendemos esta discusión aquí desplazada.

más abundantes en las faunas cambrianas españolas; equivalen a un 12,60 por 100 del total de las especies citadas.

En el catálogo de Mallada se consideraban como especies de la cordillera: *P. pradoanus*, Vern. y Barr.; *P. bohemicus*, Boeck., y *P. spinosus*, Boeck., y de la Vega y Radical, el *P. barrandei*, Barrois; como especie común sólo figuraba el *P. spinosus*, pero posteriormente (1892), Palacios encontró el *P. bohemicus* también en Aragón y nosotros podemos afirmar, entre los ejemplares de Valdemiedes, el *P. barrandei* y muy probablemente algunos *pigidium* con la placa lanceolada final. De este modo resulta que no hay *paradoxides* alguno que sea determinante de los isleos norteños.

Del mismo modo que con los *conocoripheos*, los *paradoxides* de la cordillera se mineralizan en caliza blanca que contrasta sobre la rojiza de la masa; en Tineo, Narcea y La Vega, lo mismo que en los isleos de Zaragoza, las jacillas son pizarrosas con frecuente revestimiento de hojuelas de mica y clorita.

Consideramos oportunas algunas observaciones acerca de estos *trilobites* celtibéricos.

Encontramos ejemplares idénticos al *P. rugulosus* de Barrande (pl. XII, fig. 5 *Trilobites de Bohemia*) ya citados por Dereims (1898); es digno de mención un ejemplar grande (8 a 10 centímetros de largo), tienen huella y contrahuella de un *paradoxides rotundatus* con 14 a 16 samites, es *mucropygus*, pero con gran *pigidio* redondeado y en plexo articulado por divisiones transversales finas, después del primer nódulo superior; puntas genales bien separadas y muy largas, llegando a la pleura 10.^a

Las últimas somites son iguales y tienen glabella y contorno del céfalotórax muy redondeados por lo cual le suponemos una variedad (aff.) del *rotundatus*. El *cranidium* se distingue perfectamente estando las genas móviles separadas con sus

puntas y haciendo contorno a los ojos, grandes y semicirculares con gran limbo. Las puntas genales están estriadas a lo largo. *Mesotergum* muy igual en toda su longitud. Las pleuras finales muy planas con estriado transversal. En la misma roca hay un *P. spinosus* al que no se ve el *pigidio*, pero sí unos hermosos ojos semicirculares con bocel.

Debemos reseñar una jacilla y hueco de un *paradoxides* ancho, acortado, de samites muy delgados, el conjunto de los cuales, en el tórax, abarcan menos longitud o la misma que la de la glabella, también achatada y de borde frontal redondo y plano.

Los ojos, grandes y semicirculares, tienen, al parecer, dos bocelos paralelos. Las pleuras, en sus extremos, se aplanan y quedan extendidas en porciones distales, no encorvadas, hacia el *pigidium*.

Las puntas genales, separadas y en arco amplio, son cortas; el conjunto señala aspecto de gran regularidad, asemejándose a los *paradoxides* denominados *regularis* por Mallada en la colección del Instituto. Ignoramos si éste será el *mureroensis* de Rud. y Richter citado por Lotze, pues no lo describe. Quizás deba suponerse especie nueva o al menos *P. cf. regularis*, Mallada. Mineraliza en pizarra silicea gris verdosa con laminillas de clorita y mica (?). Unidas hay glabelas, muy largas, con agudas, prolongadas y finas puntas genales colocadas cerca del cuerpo, extremidad de los somites domadas hacia atrás; medianos ejemplares atribuibles al *P. spinosus*, Boeck.

En la pizarra cuarcitosa rojiza vemos algún ejemplar que por su *pigidium* largo y bifurcación en su parte superior, referimos al *P. barrandei*, Barrois, la glabella alta y larga (a octava pleura), las puntas genales estrechas y estriadas. Otro *spinosus* deformado y con las pleuras bien retorcidas hacia atrás.

Unas quince cajas con restos medianamente conservados de *Paradoxides*. Una caja grande con dos gruesos ejemplares

de pizarras muy cuarzosas que contienen pleuras gruesas de *P. imperialis*, Barr., de ejemplares con 15 a 20 centímetros entre las puntas extremas de los samites torácicos, el *mesotergum* con cerca de cuatro centímetros; en varios extremos de las pleuras se ofrecen a la vista de los plexos de la cara inferior con un tejido perpendicular a la longitud de la pleura, como ocurre en las figuras de Barrande (pl. XIII, *Trilobites de Bohemia*), y de un tamaño casi igual.

Entre los ejemplares grandes merece mencionarse un magnífico ejemplar de *paradoxides aff. barrandei*, de Baraois, a juzgar por la forma del *pygidium*, pero el arco de los samites, desde su extremidad proximal con el *mesotergum* a la distal, forman arcos elípticos seguidos, que al final envuelven ampliamente el *pygidium*; la forma de este órgano, que nos ha decidido a la clasificación, es elíptica, de unos 6 centímetros de largo por 4 en su parte media, tiene bocales bifurcados en su cuerpo alto y hendidura semilunar en su extremo, como en el ejemplar de Barrois; el tamaño de este ejemplar sería de unos 30 centímetros de largo. En su cara posterior tiene un ejemplar de *P. sacheri*, Barr., bien caracterizado por la forma aguda y alargada del *pygidium* y pleuras finales, anchas y envolventes.

Solenopleuras. — Se han citado solamente dos especies por Dereims, en Aragón (1898): *Solenopleura riberoi*, Barr., y s. ef. *rouairouxi*, M. Ch. y Berg.

Este género no ha sido comprobado por los geólogos españoles.

Ellipsocephalidos. — Se cita únicamente el *E. pradoanus* dedicado por De Verneuil y Barrande al eminente Ingeniero de Minas D. Casiano de Prado. Desde luego lo atribuyeron a la fauna primordial por reconocer los caracteres de forma en cuadrilátero alargado de la glabella, y los ojos hacia atrás, prolongados por un filete; el borde frontal, muy plano les hizo fun-



Murero (Zaragoza)



Valdemiedes (Zaragoza)



Murero (Zaragoza)



Entre Grado y Belmonte (Oviedo)

Ptycoparia truncata. Samp. T. n.

Ptycoparia fitchi. Walcott. T. n.



x. 3

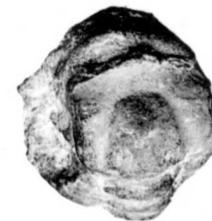


x. 3



x. 2

Ptycoparia azpeitia. Samp. Murero (Zaragoza)



Corniero (León)



Agraulus (arionellus) ceticephalus. Barr. x. 2



Crémenes (León)



dar una especie nueva, reconociendo que «Nous devons faire observer que cette description etant fondée sur des spécimens fort incomplète, l'existence du genre *Ellipsocephalus* en Espagne, bien que très raisemblable, ne doit pas être considérée comme absolument hors de doute».

En próximas excursiones que tenemos en preparación esperamos reunir mejor material para concretar la fauna cambriana.

Otro género de la misma familia es el *Arionellus*, de Barrante, dado así en la obra de Bohemia, pero restablecido a la sinonimia anterior de Corda con el nombre de *Agraulos* (1).

En la cordillera fué dado el *Arionellus ceticephalus*, Barr., por Casiano de Prado, Vern. y Barr. (1860), y *Agraulos ceticephalus*, en Aragón, por Lotze (1928). En los isleos de Zaragoza no hemos podido comprobar este fósil perfectamente marcado en la fauna leonesa con su limbo plano, suave y prolongado alrededor de la glabela bombeada y sin surcos.

Sobre este fósil de la fauna española de Acadiense encaja bien una curiosa observación: maestros de las ciencias geológicas de la categoría de Bertrán y Haug, dan como carácter empírico de los *trilobites* cambrianos su falta de arrollamiento, y así es en general, pero no en absoluto, pudiendo verse figuras de *arionellus* en bola, en el estudio de Prado, Verneuil y Barrante, sobre la cordillera (1860), y en la *Sinopsis*, de Mallada (1892).

(1) (*Arion*, Barr.; *Agraulos*, Corda; *Herce*, Corda); Zittel, Mad-Barrois (Zittel, 1887 y 1927, Eastmen).

Lista de fósiles del Cambriano

Tigilites, foralites y formas planas.

- » *dubius*, Del.
- » *pomeli*, Rou.
- » *gracilis*, Del.

Myrianites.

- Eophyton lineanum*, Walcott.
- Fucoides graphica* (?), Hall.
- Paleophycus irregularis*, Hall.
- Palæochorda marina*, Emm.

Cruzianas planas.

- » *neryi*, Samp.
- » *schulzi*, Samp.

Archæocyathus marianus, Roem.

- » *navarroi*, Hern.-Pach.
- » *retesepta*, T.
- » *sellicksi*, T.
- » *ajax*, T.
- » *sinuosus*, Born.
- » *aduncus*, Born.
- » *aff. profundus*, Billins.
- » *nodosa* n. sp., Samp.

Ethmophyllum marianus, Roem.

Dictyocyathus sampelayanus, Hern.-Pach.

Trochocystites bohemicus, Barr.

Lingulella acuminata, Conrad.

Obulus barrandei, Walcott (emend Samp.).

Obulus leonensis, Samp.

- » *trigonalis*, Kobayashi.

Siphonotreta barrandei, Barr. (e.) Samp.

Acrothele (Orbicula, Discina) primæva, Vern. y Barr.

Nisusia (Orthisina) vaticina, Vern. y Barr. (e. Walcott).

- » (*Jamesella*) *pellico*, Vern. y Barr. (e. Walcott).
- » *peñae*, Samp.

Eoorthis primordialis, Vern. y Barr. (e. Walcott).

- » » var. *multicostatae*.
- » » var. *paucicostatae*.

Fordilla marini n. sp., Samp.

Platyceras cantabricus, Vern. y Barr.

Capulus cantabricus, Vern. y Barr.

- » n. sp. (Prado), Vern. y Barr.

Stenoteca rugosa, Walcott.

Scenella palaciosi, Samp.

Hyalites n. sp., Lotze.

Theca n. sp., Samp.

Agnostus pisiformis, Linn.

- » *sallesi*, Mun. Chalm.
- » *integer*, Bey.

Conocoryphe (Conocephalites) sulzeri, Schlot.

- » » » » var. *lata*, Samp.
- » » » » var. *altus*, Samp.
- » *heberti*, Mun. Chal. y Berg.
- » *cf. zavoyi*, Mun. Chal. y Berg.

Ctenocephalus coronatus, Barr.

- » » » var. *lata*, Samp.
- » » » var. *altus*, Samp.

Conocephalites ribeiro, Barr. y Vern.

- » *costroi*, Barrois

Olenopsis (?) *lotzei*, Rud. y Richt. in Litt.

- » *eleganticeps*, Rud. y Richt. in Litt.

Paradoxides pradoanus, Vern. y Barr.

- » *bohemicus*, Boeck.
- » *spinosus*, Boeck.
- » *rotundatus*, Barr.
- » *rugulosos*, Corda.

Paradoxides gr. rugulosos, Corda.

- » *murerænsis*, Rud. y Richt. in Litt.
- » *regularis* (?).
- » *barrandei*, Barrois.
- » *sacheri*, Barr.
- » *pusillus*, Barr.

Sao hispanica, Rud. y Richt. in Litt.

- » n. sp., Samp.

Solenopleura ribeiro, Barr.

- » cf. *rouairouxii*, Mun. Chalm. y Berg.

Ellipsocephalus pradoanus, Ver. y Barr.*Agraulos ceticephalus*, Barr.*Arionellus ceticephalus*, Barr.*Ptychoparia* (?) *ribotana*, Rud. y Richt. in Litt.

- » *fichti*, Walcott.
- » cf. *striata*, Enmerich.
- » *azpeitia* n. sp., Samp.
- » » var. *prælonga*, Samp.
- » » var. *truncata*, Samp.

Leperditia (dos especies).*Isoxys carbonelli*, Rud. y Richt.*Volborthella* n. sp., Lotze.**BIBLIOGRAFÍA**

1754. — TORRUBIA: *Aparato para la Historia Natural española*.
1834. — SCHULZ (G.): «Sur la Galice.» — *Bull. Soc. Géol. de France*, 1^{ère} série, vol. IV, p. 416.
1835. — SCHULZ (G.): *Descripción geognóstica del Reino de Galicia*. Madrid, 8.º, 52 p., 1 carta. Résume por Ami Boué en *Bull. Soc. Géol. de France*, 1^{ère} série, t. VI, p. 52.
1837. — SCHULZ (G.): «Note sur la géologie des Asturies.» — *Bull. Soc. Géol. de France*, 1^{ère} série, t. VIII, p. 325.
1838. — EZQUERRA DEL BAYO: «Apuntes geognósticos y mineros sobre una parte del Mediodía de España.» — *Anales de Minas*, t. I, Madrid.
- SILVERTON: *Reseña geognóstica de la provincia de Asturias*. — (Barrois).
- SCHULZ (G.): «Reseña geognóstica del principado de Asturias.» — *Anales de Minas*, vol. I.
1839. — ALMERA (J.): «Descubrimiento del carbonífero inferior o Culm, en el Putrex y Vallcarca.» — *Crónica científica*. Año XII, núm. 290.
- BUVIGNIER: «Note géologique sur les Asturies.» — *Bull. Soc. Géol. de France*, 1^{ère} série, t. X, p. 100. Paris.
- PAILLETE (A.): «Notice sur les bassins houillers de la Catalogne.» — *Annales des Mines*, t. XVI.
- ROUSSEL (S.): *Etude Stratigraphique des Pyrénées*.—Fac. des Sciences de Lille. Paris.
1840. — FELIPE NARANJO: «Reseña geognóstica y minera de una parte de la provincia de Burgos.» — *Anales de Minas*, t. II, Madrid.

1841. — SCHULZ (G.): «Algunos datos para la Historia de la Minería de Asturias y Galicia.» — *Anales de Minas*, t. II.
1844. — VERNEUIL: «Description du *Pentremites Pailletei*.» — *Bull. Soc. Géol. de France*, 2^{ème} série, t. I, p. 213.
1845. — PAILLETTE (A.): «Recherches sur quelques unes des roches qui constituent la province des Asturies.» — *Bull. Soc. Géol. de France*, 2^{ème} série, vol. II, p. 439.
- VERNEUIL et d'ARCHIAC: «Notice sur les fossiles devoniens des Asturies.» — *Bull. Soc. Géol. de France*, 2^{ème} série, vol. II, p. 458.
1846. — PAILLETTE (A.): et VERNEUIL: «Sur quelques dépôts carbonifères des Asturies.» — *Bull. Soc. Géol. de France*, 2^{ème} série, t. III, pág. 450.
1848. — PRADO: *Descripción de los terrenos de Valdesabero y sus cercanías en las montañas de León*.
- 1850-1856. — EZQUERRA DEL BAYO (J.): «Ensayo de una descripción general de la estructura geológica del terreno de España.» — *Mem. de la R. Ac. de Ciencias de Madrid*, t. I. — *Ciencias Naturales*, t. I, parte 1.^a, págs. 35-65. — Dto., parte 2.^a, págs. 73-107. — Dto., parte 3.^a, págs. 161-184. — *Mem. de la R. Ac. de Ciencias de Madrid*, t. II, págs. 115-155 — Dto., págs. 351-399.
1850. — PRADO (C. de): «Sur les terrains de Sabero et des environs (León).» — *Bull. Soc. Géol. de France*, 2^{ème} série, t. VII, p. 137.
- RICHTER: «Ueber ein Aequivalent der takonischen Schiefer Nordamerica's in Deutschland.» — *Zeitschrift d. deutsch. Geol. Ges.*, II, Band.
- VERNEUIL: «Note sur les fossiles devoniens de Sabero.» — *Bull. Soc. Géol. de France*, 2^{ème} série, t. VII, p. 155.
1851. — RODRÍGUEZ (S.): «Descripción geológica del antiguo corregimiento de Albarracín en la provincia de Teruel.» — *Revista Minera*, t. II.
1852. — BARRANDE: «Etat actuel des connaissances sur la faune primordiale.» — *Bull. Soc. Géol. de France*, t. XVI.
1853. — PASTOR Y LÓPEZ (PASCUAL): *Memoria geognóstica-agrícola sobre la provincia de Asturias*, 4.^o Madrid.
- PRADO (C. de): *Descripción geológica de la provincia de Madrid*.
- VERNEUIL (DE) et COLLOMB: «Coup d'oeil sur la constitution géologique de quelques provinces de l'Espagne.» — *Bull. Soc. Géol. de France*, 2^{ème} série, vol. X, p. 1-147.
- VERNEUIL (DE) et COLLOMB (DE): «Note a l'occasion de deux coupes

- géologiques faites a travers l'Espagne, Nord au Sud et de l'Est a l'Ouest.» — *Comt. Rend. Acad. Sc. Paris*, 36, p. 495-498.
1854. — LUJÁN (F. DE): «Estudios y observaciones relativas a terrenos que comprenden parte de la provincia de Badajoz y de las de Sevilla, Toledo y Ciudad Real, y cortes geológicos de estos terrenos.» — *Mem. de la R. Ac. de Ciencias de Madrid*, t. XIII, serie *Cien. Nat.*, t. I, part. 2, p. 1-71.
1855. — PRADO (C. DE): «Sur la géologie d'Almaden, d'une partie de la Sierra Morena et des montagnes de Tolède.» — *Bull. Soc. Géol. de France*, 2^{ème} série, t. XII, págs. 182-204.
- VERNEUIL (DE) et BARRANDE (J.): *Bull. Soc. Géol. de France*, série 2^{ème}, vol. XII, p. 957.
- VERNEUIL (DE) et BARRANDE. — «Description des fossiles trouvés dans les terrains siluriens et dévonien d'Almaden, d'une partie de la Sierra Morena et des montagnes de Tolède.» — *Bull. Soc. Géol. de France*, 2^{ème} série, t. XII, p. 654.
1856. — EZQUERRA DEL BAYO (J.): «Ensayo de una descripción general de la estructura geológica del terreno de España.» — *Mem. de la R. Ac. de Ciencias de Madrid*.
- VEZIAN (A.): *Du terrain post-pyrénéen des environs de Barcelonne et des ses rapports avec les formations correspondantes du bassin de la Méditerranée.* — Thèse de géologie présentée a la Faculté de Sc. de Montpellier pour être publiquement soutenue le 12 Août.
1857. — PRADO (C. DE): *Bull. Soc. Géol. de France*, 2^{ème} série.
- PRADO (C. DE): «Lettre a M. De Verneuil sur le terrains Silurien des Asturies.» — *Bull. Soc. Géol. de France*, 2^{ème} série, t. XV, p. 91.
1858. — SCHULZ (G.): *Descripción geológica de la provincia de Oviedo*. — Madrid.
- 1859-60. — PRADO (C. DE), VERNEUIL et BARRANDE: «Sur l'existence de la faune primordiale dans la Chaîne Cantabrique.» — *Bull. Soc. Géol. de France*, 2^{ème} série, t. XVII, p. 516. — Paris.
1860. — PRADO (C. DE), VERNEUIL et BARRANDE: «Sur l'existence de la faune primordiale dans la Chaîne Cantabrique.» — *Bull. Soc. Géol. de France*, 2^{ème} serie, t. XVII, p. 516.
- VERNEUIL (DE) et BARRANDE (J.): «Description des fossiles de la Chaîne Cantabrique.» — *Bull. Soc. Géol. de France*, 2^{ème} série, vol. XVII, págs. 545-554.
- VERNEUIL et BARRANDE: «Description des fossiles de la faune

- primordiale decouverte par M. Casiano de Prado dans la Chaîne Cantabrique.» — *Bull. Soc. Géol. de France*, 2^{ème} série, t. XVII, p. 526.
1861. — VERNEUIL (DE) et KEYSERLING (DE): *Coupes du versant méridionale des Pyrénées comprenant les terrains tertiaire, nummulitique, crétacé, triasique? et dévonien?* — Ext. du *Bull. Soc. Géol. de France*, 2^{ème} série, t. XVIII, págs. 341-357, 1 lám., foll. 18 págs. y dos cortes geológicos, el uno de Esterri a Montsech y el otro de Benasque a Benabarre.
1863. — MAESTRE (A.): *Mapa geológico de España y Portugal a la escala de 1 : 2.000.000.*
- VILANOVA (J.): *Ensayo de una descripción geognóstica de la provincia de Terruel.* — Madrid.
1864. — VERNEUIL et COLLOMB: *Carte géologique de l'Espagne et du Portugal.* — Echelle de 1 : 2.000.000. Paris.
1866. — GAROFALO y SÁNCHEZ (J.): *Monografía de las aguas minerales de Fuensanta de Buyer de Nava.*
- JACOUT: «Esquises géologiques de la Serranía de Cuenca.» — *Ann. des Mines*, vol. IX, págs. 391-454.
1869. — LEYMERIE (A.): *Récit d'une exploration géologique de la vallée de la Segre.* — Ext. du *Bull. Soc. Géol. de France*, 2^{ème} série, t. XXVI, p. 636, lám. V. — 1 marzo.
- VERNEUIL et COLLOMB: *Explication de la carte géologique de l'Espagne et du Portugal.* — Paris.
1872. — GARRIGOU (F.): *Monographie de Bagnères de Luchon.* — Ext. de la *Monogr. Compl. des Eaux minerales des Pyrénées.* — Obra de 342 páginas, cuatro láminas con cortes geológicos. — Paris.
- LEYMERIE (A.): *Résumé d'une explication de la carte géologique du département de la Haute Garonne.* Foll. de 19 páginas. — Ext. du *Bull. de la Soc. Géol. de France*, 2^{ème} série, t. XXIX, page 281. — 4 avril.
1873. — DONAYRE (F.): «Bosquejo de una descripción física y geológica de la provincia de Zaragoza.» — *Mem. Com. Mapa Geol. de España.* — Madrid.
1874. — MAGNAN (H.): «Materiaux pour une étude stratigraphique des Pyrénées et des Corbières. — Les roches ophitiques et les terrains que les renferment (laurentien, cambrien, silurien, dévonien,

- carbonifère, houiller, permien, triasique, jurasique et crétacé inférieur). Remarques sur la formation des Montagnes Pyrénées et Corbessiennes, et notamment sur l'importance des failles et des erosions.» — *Mém. de la Soc. Géol. de France*. 2^{ème} série, t. X. — Paris.
1876. — ABELAIRA: *Memoria inédita sobre la Sierra de la Demanda.*
- BAUZÁ (F.): «Breve reseña geológica de las provincias de Tarragona y Lérida.» — *Bol. Com. del Mapa Geol. de España*, t. III.
- DELGADO (J. F. N.): *Sobre a existencia do terreno Siluriano no baixo Alemtejo.* — Lisboa, p. 4.
- EGOZCUE Y MALLADA: «Descripción geológico-minera de Cáceres.» — *Mem. Com. Mapa Geol. de España.* — Madrid.
1877. — ARANZAZU (J. M.): «Apuntes para una descripción físico-geológica de las provincias de Burgos, Logroño, Soria y Guadalajara.» — *Bol. del Mapa Geol. de España*, t. IV, p. 1-47.
- BARROIS (CH.): «Relation d'un voyage géologique en Espagne.» — *Ann. Soc. Géol. du Nord.*, t. IV, p. 292-303. — Lille. *Bol. de la Com. del Mapa Geol. de España*, t. IV, p. 373.
- GOMBAU (ISIDRO): «Reseña físico-geológica de la provincia de Tarragona.» — *Bol. de la Com. del Mapa Geol. de España*, t. IV.
- MALLADA (L.): «Mapa geológico en bosquejo de la provincia de Tarragona.» — Escala 1/400.000. — *Bol. de la Com. del Mapa Geol. de España.*
- MARTÍNEZ ALCIBAR (A.): «Mapa geológico de la provincia de Tarragona.» — *Bol. de la Com. del Mapa Geol. de España.*
1878. — CORTÁZAR (D. DE): «Expediciones geológicas por la provincia de Toledo en 1877-78, avec. carte géol. 1/800.000.» — *Bol. de la Com. del Mapa Geol. de España*, t. V. — Madrid.
- FERNÁNDEZ DE CASTRO: *Bol. del Mapa Geol. de España*, t. V. — «Advertencia».
- GONZALO Y TARÍN: «Nota acerca de la existencia de la tercera fauna siluriana en la provincia de Huelva.» — *Bol. de la Com. del Mapa Geol. de España*, t. V, p. 311-313.
- KUSS: «Mémoires sur les mines et usines d'Almaden.» — *Ann. des Mines*, 7^{ème} série, t. XIII, p. 39.
- 1878-1881. — LEYMERIE (A.): *Description géologique des Pyrénées de la Haute-Garonne.* — Toulouse, 1878-1881.
1878. — MALLADA (L.) y BUITRAGO (J.): «La fauna primordial a uno y otro

- lado de la Cordillera Cantábrica.» — *Bol. de la Com. del Mapa Geol. de España*, t. V. — Madrid.
1878. — MACPHERSON: «Sobre la existencia de la fauna primordial en la provincia de Sevilla.» — *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. VII, Madrid.
- TOURQUIST: «Hagra arrcarkigar om vestra Europas kambriska och siluriska kronologi.» — *Geol. For. Forh.*, Bd. II, S. 299.
1879. — BARROIS (CH.): «Nota acerca del sistema devoniano de la provincia de León.» — *Bol. de la Com. del Mapa Geol. de España*, t. VI, página 91.
- DELGADO (J. F. N.): «Relatorio de commisac desempenhada em Hespanha no anno de 1878.» — *Typog. da Acad. Real das Sciencias.* — Lisboa, vol. V.
- DELGADO (F. J. N.): *Correspondance relative a la clasifcation de schistes siluriems a Nereites decouverts dans le sud de Portugal.*
- GONZALO Y TARÍN: «Reseña física y geológica de la provincia de Badajoz.» — *Bol. de la Com. del Mapa Geol. de España*, t. VI, p. 389-412.
- MACPHERSON (J.): *Estudio geológico y petrográfico del Norte de la provincia de Sevilla*, vol. VI, págs. 97 a 268, con 13 grabados en el texto; tres láminas. (Croquis geológico en escala 1 : 500.000 y rocas cristalinas observadas al microscopio.)
- MACPHERSON: «Breve noticia acerca de la especial estructura de la Península Ibérica.» — *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. VIII, p. 5-26.
- MONREAL (L. N.): «Datos geológicos acerca de la provincia de León, recogidos durante la campaña 1878-79.» — *Bol. de la Com. del Mapa Geol. de España*, t. VI, p. 311.
- PALACIOS (P.): «Reseña física y geológica de la parte NO. de la provincia de Guadalajara.» — *Bol. de la Com. del Mapa Geol. de España*, t. VI, p. 321-351.
1880. — ALMERA (J.): «De Montjuich a Papiol, a través de las épocas geológicas.» — Memoria de recepción en la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona.
- BARROIS (CH.): *Sur les Caralliaires paléozoïques des Asturies*, t. VIII, p. 21.
- BARROIS (CH.): *Sur les kersantites récentes des Asturies*, t. VIII, pág. 217.
- BARROIS (CH.): *Sur le gramite des Asturies et de la Galice*, t. VIII, pág. 206.

1880. — CORTÁZAR (D. DE): «Reseña física y geológica de Ciudad Real.» — *Bol. de la Com. del Mapa Geol. de España*, t. VII, p. 289 (16-17).
- MACPHERSON: «Sobre la existencia de la fauna primordial en la provincia de Sevilla.» — *Bol. de la Com. del Mapa Geol. de España*, t. VII, p. 281-284.
- MONREAL (L. N.): «Datos geológicos de la provincia de León, recogidos en la campaña de 1879-80.» — *Bol. de la Com. del Mapa Geol. de España*, t. VII, p. 233.
1881. — BARROIS (CH.): *Sur les lamellibranches, Gastéropodes et Céphalopodes*, t. VIII, p. 176.
- BARROIS (CH.): *Sur les Crinoides paléozoïques des Asturies*, t. VIII, pág. 90.
- BARROIS (CH.): *Sur les Bryozoaires paléozoïques des Asturies*, t. VIII, pág. 35.
- BARROIS (CH.): «El mármol amigdaloido de los Pirineos.» — *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España*, t. VIII, p. 131, lám. B, C.
- BARROIS (CH.): *Sur les roches sédimentaires des Asturies*, t. VIII, pág. 232.
- CAREZ (L.): *Études des Terrains crétacés et tertiaires du Nord de l'Espagne.* — Thèses présentées a la Faculté des Sciences de Paris, pour obtenir le grade de docteur en Sciences Naturelles. Obra de 235 páginas y ocho láminas. — Paris.
- MALLADA (L.): «Descripción física y geológica de la provincia de Huesca, con una carta geológica 1 : 400.000.» — *Mem. de la Com. del Map. Geol. de España.*
- MALLADA (L.): «Sinopsis de las especies fósiles que se han encontrado en España.» — *Bol. de la Com. del Mapa Geol. de España*, t. II. a XVII, 1875-1891.
- MAURETA (J.) y THOS (S.): «Descripción física, geológica y minera de la provincia de Barcelona.» Obra de 487 páginas y 8 láminas. — *Mem. de la Comp. Mapa Geol. de España.*
1882. — BARROIS (CH.): «Recherches sur les anciens terrains des Asturies et de la Galice.» Lille. — *Mém. Soc. Géol. du Nord*, t. II.
- BARROIS (CH.): *Recherches sur les anciens terrains des Asturies et de la Galice.* Lille.
- 1882-83. — ALMERA (J.): «Excursió al Montsení.» — *Crónica Científica*, t. XIV. Barcelona.

1884. — BARROIS (CH.): «Sur les ardoises a Nereites de Bourg d'Oueil. — *Ann. de la Soc. Géol. du Nord*.
- SÁNCHEZ LOZANO (R.): «Breve noticia acerca de la geología de la provincia de Burgos.» — *B. C. M. G. E.*, Madrid.
1885. — THOS Y CODINA (S.) y MAURETA: «Reconocimiento físico geológico-minero de los valles de Andorra.» — *Bol. Com. del Mapa Geol. de España*, 1.^a ed., t. XI. Madrid, 1834. 2.^a ed. Barcelona, 1885.
1886. — VIDAL (L. M.): «Reseña geológica y minera de la provincia de Gerona.» Obra de 172 páginas. — *Bol. Com. del Mapa Geol. de España*, t. XIII, p. 209-380.
- LAPPARENT (A. DE): *Fossiles caractéristiques des terrains sédimentaires*.
- SAPORTA: «Fossiles végétaux et traces d'invertébrés associés dans les anciens terrains.» — *Bull. Soc. Géol. de France*.
1887. — CARALP (J.): «Recherches géologiques sus la structure de la vallée d'Arán et des pays adjacents.» — *Bull. Soc. d'Hist. Nat. de Toulouse*. Febrero.
- JACUOT (E.): Sur la constitution générale des Pyrenées, le systhème cambrien.» — *Compt. Rend.*, etc. 9 mayo.
- STUAR-MENTEATH: «Sur la constitution géologique des Pyrénées.» — *Bull. Soc. Géol. de France*, 3.^{me} série, t. XVII, p. 22-52.
1888. — CARALP (J.): *Études géologiques sur les hautes massifs des Pyrénées Centrales (Ariège, Haute-Garonne, Vallée d'Aran)*. Thèses présentées a la Faculté de Sc. de Paris pour obtenir le grade de Docteur en Sc. Nat. Obra de 512 pl. Toulouse.
1889. — HINDE: «On Archæocyathus Billings and other Genere of North America, Spain, Sardinia and Scotland.» — *Quart. Jour.*, t. XLV.
1890. — BOTELLA Y HORNOS (N.): *Mapa geológico de España y Portugal*. Escala 1 : 2.000.000. Madrid.
- JACUOT (E.): «Note sur la constitution géologique des Pyrénées; le système cambrien.» — *Bull. Soc. Géol. de France*, 3.^{me} série, vol. XVIII, p. 640-672.
- MALLADA (L.): «Reconocimiento geográfico y geológico de la provincia de Tarragona.» — *Bol. Com. del Mapa Geol. de España*, t. XVI. Madrid.
- WALCOTT (CH.) «The fauna of the lower Cambrian or Olenellus Zone.» — *An. Rep.* — Washington.
1891. — MALLADA (L.): «Catálogo general de las especies fósiles encon-

- tradas en España.» — *Bol. Com. del Mapa Geol. de España*, t. XVIII. Madrid.
1892. — ALMERA (J.): *Explicación somera del Mapa geológico de los alrededores de Barcelona*. Foll. de 35 páginas. — Extracto de la *Crónica Científica*, t. XV, p. 132 y 275, 25-III y 10-VII.
- CALLOT: *Coup d'œil sur la constitution géologique des Pyrénées*. — Ext. de la *Revue bourguignon de l'enseignement*. Folleto de 20 páginas. París.
1893. — LARRAZET (M.): «Note sur la Constitution Géologique de la province de Burgos.» — *B. S. G. F.*, París.
- CALVO (L.): «Geología de los alrededores de Albarracín.» — *Bol. Com. Mapa Geol. de España*, vol 20, p. 319.
- DEREIMS (A.): Nouvelles observations de la géographie physique du Plateau de Teruel. — *Ann. de Géol.*, ed. p. Vidal de la Blanche et M. Dubois, vol. 22, p. 315-328.
- ROUSSEL (J.): «Nouvelles observations sur les terrains primaires et les terrains secondaires des Pyrénées.» — *Bull. Soc. Géol. de France*, p. 829-847. París, 1888.
- ROUSSEL (J.): *Étude stratigraphique des Pyrénées*. Thèses présentées a la Faculté des Sc. de Lille pour obtenir le grade de Docteur en Sc. Nat., 300 pl., 6 cartas. París.
1894. — LARRAZET (M.): «Notes stratigraphiques et paléontologiques sur la province de Burgos.» — *B. S. G. F.*, París.
1895. — LARRAZET (M.): *Recherches géologiques sur les régions orientales de la province de Burgos et sur quelques pointes des provinces d'Alava et de Logroño*. — Tesis del Doctorado.
- 1895-1898. — DELGADO (J. F. NERY): «Sur l'existence de la Faune primordiale dans le Alto Alemtejo.» — *C. D. T. G. de Portugal*, t. III.
1895. — MALLADA (L.): *Explicación del Mapa geológico de España*, t. I.— «Rocas hipogénicas y sistema Estrato-Cristalino.»
1896. — MALLADA (L.): *Explicación del Mapa geológico de España*. — «Sistemas Cambriano y Siluriano.»
1897. — KIAR (J.): «Faunistische Ubersicht der Etage 5 des norwegischen Silursystems.» — *Vidensk. Selsk. Skrifter I.* — *Mat. Natury*, nº 3, Kr.
- FRECH FRITZ: «Lethæa geognestica I. Lethæa Palæozoica II-I.» — *Das Kambrium*. S. 16-61. Stuttgart.

1898. — DEREIMS (A.): *Recherches géologiques dans le Sud de l'Aragon.* — Thèse Fac. des Sc. de Paris-Lille.
1900. — FONT I SAGUÉ (N.): «Excursió espeleoloc-geologica al Priorat Muntanyees de Prades i Alt Penadés.» — *Bull. del Centro Excur. de Catalunya.* Setembre i octubre.
1902. — ALMERA (J.): «Excursión geológica dirigida a estudiar las relaciones del grupo de Mongat con el de Vallcarca.» *Mem. de la R. A. de C. y A. de Barcelona.* — Epoca 3.^a, vol. IV, núm. 25, 10 p.
- FONT Y SAGUÉ (N.): «Nota sobre la constitución geológica del valle de Camprodón (Pirineos catalanes).» *Bol. de la Soc. Esp. de Hist. Nat.*, marzo 1. — *Bull. de l'Inst. Cat. d'Hist. Nat.*, any II, VII.
- FONT Y SAGUÉ (N.): «Nota sobre el silúrico superior del valle de Camprodón (Pirineos catalanes).» *Bol. de la Soc. Esp. de Hist. Nat.*, t. II., p. 102-104.
1903. — ALMERA (J.): «Compte-rendu de l'excursion du mardi 4 octobre a Castellbisbal et a Papiol. — Excursión a Castellbisbal y al Papiol.» — *Bull. de la Soc. Géol. de France*, t. XXVI, p. 766-788. 1899. — Reproducido en el *Bol. de la Com. del Mapa Geol. de España*, t. XXVII, p. 195 (107).
- BERGERON (J.) (V. ALMERA et BERGERON): «Note sur les terrains paléozoïques des environs de Barcelonne et comparaison avec ceux de la Montagne-Noire (Languedoc). — Sobre los terrenos paleozoicos de los alrededores de Barcelona y comparación con los de la Montagne-Noire (Languedoc).» — *Bull. de la Soc. Géol. de France*, t. XXVI, p. 867-875, 1899. — Reproducido por el *Bol. de la Com. del Mapa Geol. de España*, t. XXVII, p. 332 (234).
- ALMERA (J.): «Compte-rendu des excursions du dimanche 2 octobre a Gracia et le Coll (Horta) et du lundi 3 a Vallcarca, au Tibidabo et a Esplugas. — Gracia y al Coll (Horta) y al Tibidabo y Esplugas.» — *Bull. de la Soc. Géol. de France*, t. XXVI, p. 742-765, 1899. — Reproducido en el *Bol. de la Com. del Mapa Geol. de España*, t. XXVII, p. 167 (79).
- ALMERA (J.): «Compte-rendu de l'excursion du samedi 1 octobre a Moncada et Sardanyola. Excursión a Moncada y Sardanyola.» — *Bull. de la Soc. Géol. de France*, t. XXVI, p. 732-741, 1899. — Reproducido en el *Bol. de la Com. del Mapa Geol. de España*, t. XXVII, p. 156.

1903. — ALMERA (J.): «Compte-rendu de l'excursion du mercredi 5 octobre, a Gavá, Brugués, Begas y Vallirana. Excursión a Gavá, Brugués, Begas y Vallirana.» — *Bull. de la Soc. Géol. de France*, t. XXVI, p. 789, 1899. — Reproducido en el *Bol. de la Com. del Mapa Geol. de España*, t. XXVII, p. 224.
1904. — DELGADO (J. F. NERY): «Faune Cambrienne du Haut-Alemtejo (Portugal).» — *C. C. S. G. de Portugal*, t. V, Lisboa.
- ROUSSEL (J.): «Tableau stratigraphique des Pyrénées.» *Bull. de la Cart. Géol. de France*, núm. 97, t. XV, 116 págs. y 66 figs.
1905. — FONT I SAGUÉ (N.): *Cours de geologia aplicada a Catalunya* Barcelona.
1907. — BIGOT (A.): «Le massif ancien de la Basse-Normandie et sa ordure.» — *Bull. de la Soc. Géol. de France*, IV série, t. IV, p. 909-953.
1908. — BERTRAND (M. L.): «Contribution a l'Histoire stratigraphique et tectonique des Pyrénées orientales et centrales.» — *Bull. des services de la Carte Géol. de la France*, núm. 118, t. XVII, 1906-1907, 183 págs., 40 figs. en el texto y 5 láminas.
- FONT I SAGUÉ (N.): «Carta geologia de Catalunya a l'escala de 1/300.000.» — *Geographie de Catalunya*.
1909. — FONT I SAGUÉ (N.): «Nota sobre la presencia del siluriano superior de la Espluga de Francolí.» — *Bull. de la Inst. Cat. d'Hist.* Barcelona, octubre.
1910. — DALLONI (M.): *Etude géologique des Pyrénées de l'Aragon.* — Tesis presentada a la Facultad de Ciencias de Paris para obtener el grado de Doctor en Ciencias Naturales. — Obra de 444 págs., 56 figs. en el texto, 2 láms. y una carta. Marsella.
- DELGADO (F. J. N.): *Terrains paléozoïques du Portugal. — Etude sur les fossiles des Schistes a Nereites de San Domingo et des Schistes a Nereites et a Graptolites de Barrancos.* Obra póstuma.
- FONT I SAGUÉ (N.): «Nota sobre la presencia del Siluric superior en deus noves localitats catalanes.» — *Bull. de la Ins. Cat. d'Hist. Nat. Gener.*
1911. — DOUVILLE (R.): «La Péninsule Ibérique, Espagne.» — *Hand d. Reg. Geol.*, III, 3, Heidelberg.
- H. PACHECO (E.): *Bol. de la R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. XI, p. 89. Acta de la sesión del 1 de febrero.

1912. — FAURA Y SANS (M.), Presbítero: *Síntesis estratigráfica de los terrenos primarios de Cataluña.* — De las *Memorias de la Real Soc. Esp. de Hist. Nat.*
- FAURA Y SANS (M.): «Sobre dos nuevos yacimientos ordovicienses en los bajos Pirineos (Nota preliminar).» — *Bol. de la Real Soc. Esp. de Hist. Nat.* Segunda época, t. XII, núm. 3, marzo, págs. 170 a 180, lám. IV, 1912.
- HERNÁNDEZ-PACHECO (E.): *Ensayo de síntesis geológica del Norte de la Península Ibérica.* Madrid.
- WALCOTT: «The Cambrian brachiopods.» — *An. Rep. Washington.*
1914. — H. SAMPELAYO: «Estudio geológico de la Costa de la provincia de Lugo.» — *B. I. G. E.*
1915. — H. SAMPELAYO: «Nota sobre la fauna paleozoica de la provincia de Lugo.» — *B. I. G. E.* XXXVI. — Madrid.
- «Nota adicional al Estudio de la denudación de la Costa.» — *B. I. G. E.* XXXVI. Madrid.
1916. — ADARO (L.): «Criaderos de hierro de Asturias.» *Mem. Inst. Geol. de España.* Madrid.
- H. SAMPELAYO (P.): «Criaderos de Hierro en los Oscos.» — *Mem. Inst. Geol. de España.* Madrid.
- BORN (AXEL): «Die Calymens Tristani-Stufe Braittleres Untersilur bei Almadén, ihre Fauna, Gliederung und Verbreitung.» — *Abh. D. Senckenberg. Naturf. Ges.* Bd. 36. — H. 3.
- KIAR (J.): «The lower cambrian Holmia Fauna a Tomten in Norway Vid. Selsk. Skrifter.» — *I Mat. Naturv. Kl.* No. 10.
1917. — FAURA Y SANS (M.): «Caracterización del Dinantiense (Culm) inferior entre los picos del Paderna y Maladetta; Montes Malditos (Pirineos Centrales del Alto Aragón).» — *Bol. de la Real Soc. Esp. de Hist. Nat.*, 1917.
- VILLASECA (SALVADOR): *Els Terrenys Paleozoics del Camp de Tarragona.* — Del *Bull. de l'Agrupació Excursionista.* — Ene., Dic., Any III, Gener, Dic., núms. 22-23, p. 30 y 2 láms. Reus.
1918. — ALMERA (J.), Deán y FAURA Y SANS (M.), Presbítero: *Enumeració de les especies fòssils dels Terrenys paleozoics de la provincia de Barcelona.* — Del *Anuario de la Junta de Ciencias Naturales.* Barcelona.
- HERNÁNDEZ-PACHECO (E.): «Les *Archæocyathidae* de la Sierra de Córdoba (España).» — *Comp. Rend. Acad. de Scien. de Paris.*

1918. — WALCOTT (CH.) «Appendages of trilobites Cambrian Geology and Paleontology».
1919. — BORN (AXEL): «Das Ebrobecken.» — *Neus Jahrb. f. Min. Geol. u. Pal.*, f. 1918. 42, Beilageband, S. 610 ff.
1920. — PATAC (IGNACIO): *La formación uraliense asturiana.* — *Estudios de cuencas carboníferas.* — Trabajo presentado en la Sección IV de Minas y Metalurgia del Congreso Nacional de Ingeniería, celebrado en Madrid en el mes de noviembre de 1919. — Gijón, 1920.
1921. — SCUPIN (H.): «Ist. del Dictyonema-Schiefer eine Tiefseeablagerung?» — *Zeitschr. d. D. G. G.* Bd. 73 (Jarg. 1921) B. S. 153. ff.
1922. — GORTANI (M.): «Osservazioni sul Paleozoico della Sardegna.» — *Bol. Soc. Geol. de Italia*, 41, p. 362.
- H. SAMPELAYO (P.): «Hierros de Galicia.» T. I. — *Memoria del Inst. Geol. y Min. de España*, Madrid.
- MANSUY: «Description de quelques trilobites du Cambrien du Maroc.» — *B. S. G. F.*, 4.^a serie, t. XXII. Paris.
1924. — VOGT (THOROLF): *Folholdet mellen sparagmit-systemet og det marine underkambrium ved lajosen, Norosk Geologisk Tidsskrift.* Bind 7, Hefte 3-4, p. 281-382.
1926. — BORN (AXEL): «Das Kambrium. Das Silur.» *Ins. Salomon Lehr. d. Geologis.* Stuttgart.
- CARBONELL (A.): «Notas sobre los yacimientos de *Archæocyathidos* de la Sierra de Córdoba y deducción para el análisis tectónico.» *Bol. del Inst. Geol. de España*, t. XLVII. Madrid.
- CARBONELL (A.): *Nota sobre los yacimientos de «Archæocyathidos» de la Sierra de Córdoba y deducción para el análisis tectónico.* (Congr. Geol. Internat., 14 sesión. — Resumen de las comunic., pág. 39).
- CUETO, SAMPELAYO, PATAC: *Guía de Asturias.* — XIV Congreso Internacional. Madrid.
- FALLOT (P.), BATALLER (R.): «Sur la tectonique des montagnes entre Montalbán et le littoral de la provincia de Castellón (Espagne).» *Compt. Rend. Acad. de Scien. de Paris.* Bol. 182, p. 275.
- FALLOT (P.), BATALLER (R.): «Sur l'allure d'ensemble et sur l'âge de plissements dans les montagnes du Bas-Aragón et du Maestrazgo (Espagne).» — *Compt. Rend. Acad. de Scien. de Paris.* Bol. 182, p. 398.
- JOLY (HENRY): «Les resultats d'études géologiques, sur la Chaîne

- Celtibérique. Congr. Géol. Internat., 14 sesión. — Resumen de las comunicaciones anunciadas hasta el 5 de mayo. Madrid.
1926. — H. SAMPELAYO (P.): «Geología del macizo de Salas.» *Guía de Asturias*. — XIV Congr. Geol. Internac. Madrid.
- HERNÁNDEZ PACHECO: *La Sierra Morena y la llanura bética*. — XIV Congreso Geológico Internacional, Madrid.
- TRICALINOS (JOAHN): *Untersuchungen über den Bau der Celtiberischen Ketten des Nordostlichen Spaniens*. Diss. Gottingen.
1927. — CARBONELL (A.): «Depósitos considerados como cambrianos en el Sur de España que deben pasar al culm y al devoniano.» — *Ibid. Compt. Rend.*, II, p. 471, ff. *Guía XIV Congreso Internacional*. Madrid.
- FREBOLD (G.): «Petrographie und Consis oberilurischer Alaunschiefer. — *N. Jahrb. f. Min. Geol. Pal.* Abt. B. 57. Beilagebd. S. 87 ff.
- JOLY (HENRY): «Etudes géologiques Sur la Chaîne Celtibérique.» — Congr. Geol. Internat. *Compt. Rend.* de la XIV sesión en Espagne, II. Madrid, S. 523-585.
- RICHTER (RUD. UND E.): «Eine Crustace (*Isoxys Carboneli* n. sp.) in dem Archaeocyathusbildungen der Sierra Morena.» — *Senckenbergiana*, Bd. 9, S. 188-195. — Carbonell en castellano. — *B. I. G. y M. E.*
- SANCHO (M.) y SAMPELAYO (P.): *Burgos y Logroño. Cambriano de la Demanda. Informe sobre la fijación de un sondeo en el carbonífero de Burgos*. Madrid. I. G. y M. de Esp.
1928. — HANE (KARL): *Stratigraphische und tektonische Untersuchungen in Teilen der Provinzen Teruel-Castellón, und des westlichen Tarragona (Spanien)*. — Dissertation Gottingen.
1929. — CARBONELL: «Un nuevo yacimiento de Archeocyathe, en Córdoba. Consecuencias tectónicas.» — *Mem. R. S. E. de Hist. Not.*, XV, Madrid.
- FERNÁNDEZ (A.) y ALVARADO (A.): *Hoja geológica de Mestanzas* (836-1: 50.000).
1930. — HAHNE (G.), RICHTER (G.) UND CHRODER (E.): *Zur Tektonik der Keltiberischen Ketten Abhandlungen der Gessellschaft der Wissenschaften zu Gottingen (Hans Stille)*. Berlin.
1931. — CARRINGTON SIMÕES DA COSTA: «O Paleozoico português.» — *B. S. E. H. N.*, núm. 8. — Porto, 1931.

1931. — H. SAMPELAYO (P.): «Hierros de Galicia», t. II. — *Mem. del Inst. Geol. y Min. de España*. Madrid.
- BOUCART y LE VILLAIN: *La faune des calcaires cambriens de Sidi Mouça d'Aglon (Atlas Marocain)*. — *Protec. Rep. Française au Maroc*, Maçon.
1933. — KOBAYASHI: «Upper Cambrian of the Wahutsni basin, Liaotiang with special, etc.» — *Fron Japanese Journal of Geology and Geography*. — Vol. XI, núm. 1-2.
- SAMPELAYO: *El Cambriano en España*. — Memoria presentada en el XVI Congreso Geológico Internacional de Washington.

ÍNDICE ALFABÉTICO DE AUTORES

- Abelaira. — 1876.
 Adaro (L.) — 1916.
 Almera (J.) — 1839, 1880, 1882-83, 1892, 1902, 1903, 1918.
 Alvarado (A.) y Fernández (A.) — 1929.
 Aranzazu (J. M.) — 1877.
 Barrande. — 1852.
 Barrois (Ch.) — 1877, 1879, 1880, 1881, 1882, 1884.
 Bauzá (F.) — 1876.
 Bergeron (J.) — 1903.
 Bertrand (M. L.) — 1908.
 Bigot (A.) — 1907.
 Born (Axel). — 1916, 1919, 1926.
 Botella y Hornos (N.) — 1890.
 Boucort, Le Villain. — 1931.
 Buvignier. — 1839.
 Calvo (L.) — 1893.
 Callot. — 1892.
 Caralp (J.) — 1887, 1888.
 Carbonell (A.) — 1926, 1927, 1929.
 Carez (L.) — 1881.
 Carrington Simões da Costa. — 1931.
 Cortázar (D. de). — 1878, 1880.
 Cueto, Sampelayo y Patac. — 1926.
 Dalloni (M.) — 1910.
 Delgado (J. F. N.) — 1876, 1879, 1895-98, 1904, 1910.
 Dereims (A.) — 1893, 1898.
 Donayre (F.) — 1873, 1874.
 Donville (R.) — 1911.
 Egozcue y Mallada. — 1876.
 Ezquerria del Bayo (J.) — 1838, 1850-1856.
 Failot (P.) et Bataller (R.) — 1926.
 Faura y Sans (M.) — 1912, 1913, 1917.
 Fernández de Castro. — 1878.
 Frebold (G.) — 1927.
 Frech Fritz. — 1897.
 Font y Sagué (N.) — 1900, 1902, 1905, 1908, 1909, 1910.
 Garófalo y Sánchez (J.) — 1866.
 Garrigon (F.) — 1872.
 Gombau (Isidro). — 1877.
 Gonzalo y Tarín. — 1878, 1879.
 Gortani (M.) — 1922.
 Hahne (Karl). — 1828.
 Hahne (G.), Richter (G.) und Ckroder (E.) — 1930.
 Hernández-Pacheco (E.) — 1911, 1912, 1918, 1926.
 H. Sampelayo (P.) — 1914, 1915, 1916, 1922, 1926, 1931, 1933.
 Hinde. — 1889.
 Jacquot (E.) — 1866, 1887, 1890.
 Joly (Henry). — 1926, 1927.
 Kiär (J.) — 1897, 1916.
 Kobayashi. — 1933.
 Kuss. — 1878.
 Lapparent (A. de). — 1886.
 Larrazet. — 1833, 1894, 1895.
 Leymerie (A.) — 1869, 1872, 1878-1881.
 Luján (F. de). — 1854.
 Macpherson (J.) — 1878, 1879, 1880.
 Maestre (A.) — 1863.
 Magnan (H.) — 1874.
 Mallada (L.) — 1877, 1881, 1890, 1891, 1895, 1896.
 Mallada (L.) y Buitrago (J.) — 1878.
 Mansuy. — 1922.
 Martínez Alcibar (A.) — 1877.
 Maureta (J.) y Thos (S.) — 1881.
 Monreal (L. N.) — 1879, 1880.
 Naranjo. — 1840.
 Paillette (A.) — 1839, 1845.
 Paillette (A.) et Verneuil. — 1846.
 Palacios (P.) — 1879, 1892.
 Pastor y López (Pascual). — 1853.
 Patac. — 1920.
 Prado (C. de). — 1848, 1850, 1853, 1855, 1887.
 Prado (C. de), Verneuil et Barrande. — 1859, 1860.
 Richter (Rud. und E.) — 1850, 1927.
 Rodríguez (S.) — 1851.
 Roussel (S.) — 1839, 1893, 1904.
 Sánchez Lozano. — 1884.
 Sancho (M.) y Sampelayo (P. H.) — 1927.

- Saporta. — 1886.
 Scupin (H.) — 1921.
 Schulz (G.) — 1834, 1835, 1837, 1838, 1841, 1858.
 Silventron. — 1838.
 Stuart-Menteth. — 1887.
 Thos y Codina (S.) y Mureta y Thos. 1885.
 Tornquist. — 1878.
 Torrubia. — 1754.
 Tricalinos (Joahn). — 1926.
 Verneuil (De). — 1844, 1850.
- Verneuil (De) et d'Archiac. — 1845.
 Verneuil (De) et Barrande (J.) — 1855, 1860.
 Verneuil (De) et Collomb (De). — 1853, 1864, 1869.
 Verneuil (De) et Keyserling (De). — 1861.
 Vezian (A.). — 1856.
 Vidal (L. M.) — 1886.
 Vilanova (J.) — 1863.
 Vilaseca (Salvador). — 1917.
 Vogt (Thorolf). — 1924.
 Walcott (Ch.) — 1890, 1912, 1918.

ÍNDICE

	Páginas
PRÓLOGO.....	vii
<i>Rocas hipogénicas</i> , por D. Enrique Rubio y D. José Meseguer . . .	1
<i>Terreno arcaico</i> , por D. Alfonso de Alvarado.....	235
<i>El sistema cambriano en España</i> , por D. Primitivo Hernández Sampelayo.	291

