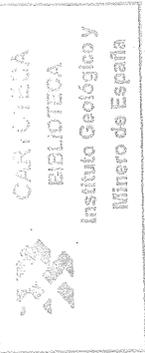


INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

**MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA**

ESCALA 1:50.000



**EXPLICACIÓN**

DE LA

**HOJA N.º 978**

**EL LLANO**

**(MURCIA)**

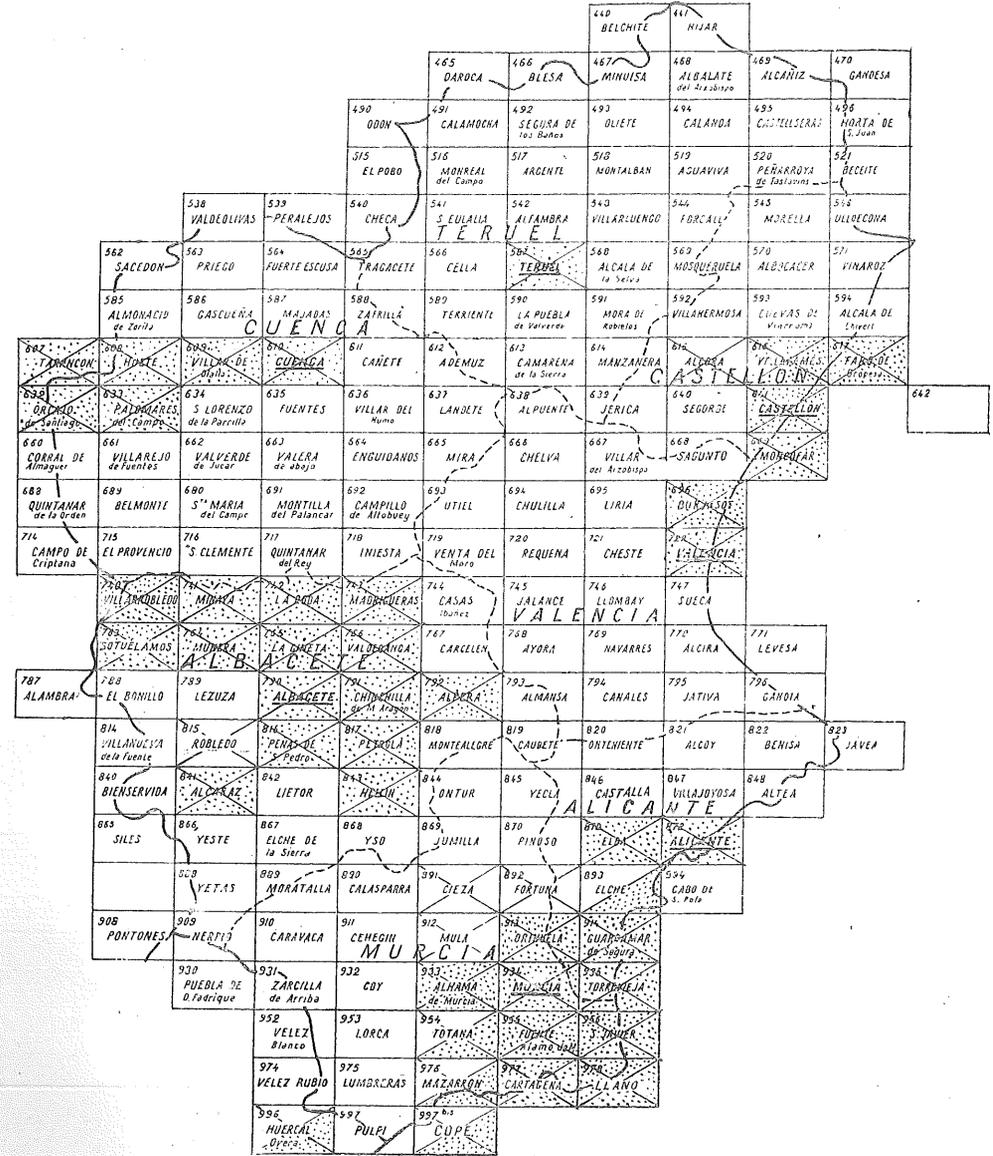


MADRID  
TIP.-LIT. COULLAUT  
MANTUANO, 49  
1952

SEXTA REGIÓN GEOLÓGICA  
SITUACIÓN DE LA HOJA DE EL LLANO, NÚMERO 978

Esta explicación y su Hoja correspondiente han sido compuestas por D. DIEGO TEMPLADO MARTÍNEZ, D. JOSÉ MESEGUER PARDO, D. JOSÉ M.<sup>a</sup> FERNÁNDEZ BECERRIL y D. MANUEL ABBAD Y BERGER (Ingenieros de Minas).

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



Publicada En prensa En campo

PERSONAL DE LA SEXTA REGIÓN GEOLÓGICA:

- |                 |                                   |
|-----------------|-----------------------------------|
| Jefe .....      | D. Diego Templado Martínez.       |
| Subjefe .....   | D. José Meseguer Pardo.           |
| Ingeniero ..... | D. José María Fernández Becerril. |
| Ingeniero ..... | D. Manuel Abbad y Berger.         |
| Ingeniero ..... | D. Rufino Gea Javaloy.            |
| Ayudante .....  | D. José María García Peña.        |

## ÍNDICE DE MATERIAS

	<u>Páginas</u>
I. Bibliografía .....	5
II. Historia .....	23
III. Geografía física .....	29
IV. Estratigrafía .....	35
V. Tectónica y Orogenia .....	51
VI. Sismología .....	57
VII. Hidrología subterránea .....	59
VII. Minería, Canteras y Salinas .....	61

## I

## BIBLIOGRAFÍA

1. 1787-1800. *E. Larruga*: «Memorias políticas y económicas sobre los Frutos, Comercio, Fábricas y Minas de España».—Tomo de Murcia. Madrid.
2. 1803. *J. Sánchez Cisneros*: «Descripción de la cueva de la Berquilla, en el término de la villa de Caravaca. Reyno de Murcia».—An. Ciencias Nat., t. VI. Madrid.
3. 1816. *A. Laborde*: «Itinerario descriptivo de las provincias de España».—Valencia.
4. 1817. *B. Colmar*: «Descripción geográfica y geognóstica del reino de Murcia».—Discurso. Murcia.
5. 1829. *J. F. L. Hausmann*: «De Hispaniae constitutione geognostica disertatio».—Gottinga.
6. 1830. *S. E. Cook*: «Description of parts of the Kingdoms of Valencia, Murcia and Granada in the South of Spain».—Proc. Geol. Soc. Londres.
7. — *A. Gutiérrez*: «Relación de los temblores de tierra ocurridos en el reino de Murcia».—Jour. Geol., t. II.
8. — *J. F. L. Hausmann*: «Sur la constitution géologique de l'Espagne». Ann. Min., 2.<sup>a</sup> ser., t. VII. París.
9. 1834. *S. E. Cook*: «Sketches in Spain».—París.
10. 1836. *C. Silvertop*: «A geological sketch of the tertiary formation in the provinces of Granada and Murcia, Spain».—Londres.
11. 1838. *J. Ezquerria del Bayo*: «Estudios geognósticos».—An. Min. Madrid
12. 1841. *Sauvage*: «Quelques observations sur la province et sur les mines qu'on y exploite».—Ann. Min. Franc., 4.<sup>a</sup> ser., t. IV. París.

13. 1844-1845. *P. Cía*: «Noticia sobre varias minas de Sierra Almagrera y Murcia». — Bol. Of. Min. Madrid.
14. 1845. *J. Smith*: «Notice on the tertiary deposits in the South of Spain». — Quart. Jour. Geol. Soc., t. I. Londres.
15. 1846. *Boucharcourt*: «Memoria sobre la industria mineralógica de la provincia de Murcia». — París.
16. — *P. Madoz*: «Diccionario geográfico-estadístico-histórico de España». — Madrid.
17. — *A. Maestre*: «Ojeada geognóstica y minera sobre el litoral mediterráneo, desde el Cabo de Palos hasta el Estrecho de Gibraltar». — An. Min., t. IV. Madrid.
18. — — «Industria fabril y minera». — El Interés del País. Sem. Ind. Art. Lit., núms. 12 a 16. Cartagena.
- 18 bis. 1846. *J. Monasterio*: «Sobre el estado de la industria minera y metalúrgica de Cartagena al final del año 1845». — An. de Minas, t. IV. Madrid.
19. 1846. *A. Pernolet*: «Sur les mines et les fonderies du midi de l'Espagne». — Ann. Min., 4.ª ser., t. IX. París.
20. 1849. *W. Ph. Schimper*: «Voyage géologique botanique au Sud de l'Espagne». — Inst. París.
21. 1850. *De Collegno*: «Notes d'un voyage en Espagne». — Bull. Soc. Géologique Franc., 2.ª ser., t. I. París.
22. — *J. Ezquerro del Bayo*: «Sobre los escoriales de fundiciones antiguas de España y en particular de los de Río Tinto y del término de Cartagena». — Bol. Of. Min. Fom., t. IX. Madrid.
- 22 bis. 1850. *L. Escosura*: «Análisis de las arcillas refractarias más empleadas en España para la construcción de hornos, crisoles, etc.». — Revista Minera, t. I. Madrid.
23. 1850. *J. Monasterio*: «Minería de Cartagena». — Rev. Min., t. I. Madrid.
24. — *A. Tirado*: «Cobre por cementación en las minas de la sierra llamada del Lomo de Bas, del distrito de Murcia». — Rev. Min., t. I. Madrid.
25. — *E. de Verneuil*: «Notice on the geological map of Spain». — Rep. Brit. Assoc. Londres.
26. 1850-1859. *J. Ezquerro del Bayo*: «Ensayo de una descripción general de la estructura geológica del terreno de España en la Península». — Mem. Acad. Cienc., t. I y IV. Madrid.
27. 1851. *J. Echegaray*: «Memoria sobre las causas de la sequía en las provincias de Almería y Murcia y de los medios de atenuar sus efectos. Madrid.
28. — *D. Navarro*: «Minas de Cartagena». — Rev. Min., t. II. Madrid.

29. 1851. *L. Peñuelas*: «Nota sobre la minería de la parte oeste de la provincia de Murcia». — Rev. Min., t. II. Madrid.
30. — — «Sobre los pozos artesianos en la provincia de Murcia». — Revista Minera, t. II. Madrid.
31. — *M. Rico*: «Memoria sobre las causas meteorológico-físicas que producen las constantes sequías de Murcia y Almería, señalando los medios de atenuar sus efectos». — Madrid.
32. 1852. *J. González Lasala*: «Minería de Cartagena». — Rev. Min., tomo III. Madrid.
33. — *J. Monasterio*: «Memoria sobre la industria minera de Cartagena». — Rev. Min., t. IV. Madrid.
34. — *R. Pellico*: «Estudio del Distrito de Sierra Almagrera y Murcia». — Rev. Min., t. III. Madrid.
35. — *S. Yegros*: «Noticia de las salinas de España». — Rev. Min., tomo III. Madrid.
36. 1853. *J. Almazán*: «Memoria sobre el proyecto del ferrocarril de Albacete a Cartagena». — Bol. Of. Min. Fom., t. V. Madrid.
37. — *J. Monasterio*: «Memoria sobre el estado de la minería en la provincia de Murcia». — Bol. Of. Min. Fom., t. V. Madrid.
38. — *L. Peñuelas*: «Observaciones sobre el estado de la industria minera en la provincia de Murcia». — Bol. Of. Min. Fom., t. V, y Rev. Minera, t. IV. Madrid.
39. — *E. de Verneuil*: «Sur la structure géologique de l'Espagne». — Annales Inst. Prov. Caen
40. — *H. M. Willkomm*: «Die strand und steppengebiete der Iberischen Halbinsel und deren vegetation». — Leipzig.
41. — *A. Álvarez de Linera*: «Observaciones al Mapa de Willkomm. Leipzig». — Rev. Min., t. IV. Madrid.
42. 1854. *F. Naranjo*: «Memoria sobre el estado de la minería del Distrito de Murcia». — Rev. Cient. Min. Fom., t. VI. Madrid.
43. 1856. *J. Rucker*: «Ligera descripción de las minas que se demarcaron en diciembre de 1856 en Lorca». — Arch. Inst. Geol. y Min. de España. Legajo 103. Documento n.º 9.
44. — *E. de Verneuil*: «Observaciones geológicas sobre el reino de Murcia». — Rev. Min., t. VII. Madrid.
45. — *E. de Verneuil* et *E. Collomb*: «Itinéraire géognostique dans le SE. de l'Espagne». — Bull. Soc. Géol. France, t. XIII. París.
46. — — «Observations géologiques et barometriques faites en Espagne en 1856». — Bull. Soc. Géol. France, 2.ª ser., t. XIII. París.
- 46 bis. 1857. *L. Escosura*: «Viaje metalúrgico por el litoral mediterráneo ve-

- rificado en el mes de octubre de 1848».—Rev. Min., tomo VIII. Madrid.
47. 1857. *J. Fournet*: «Reseña sobre los filones de la Sierra de Cartagena y sus alteraciones en la superficie, comprendiendo la formación de la anulita».—Rev. Min., t. VIII. Madrid.
48. — *E. de Verneuil* et *E. Collomb*: «Resultats d'un voyage dans l'ancien royaume de Murcie».—Comp. Rend. Acad. Sci., t. XLIV. París.
49. 1862. *E. Fourdinier*: «Informe sobre los criaderos manganesíferos del término de Lorca».—Rev. Min., t. XIII. Madrid.
50. — — «Memoria sobre el estado de la minería en la provincia de Murcia».—Bol. Of. Min. Fom., t. XLII. Madrid.
51. — *A. Tirado*: «Memoria sobre el estado de la minería en la provincia de Murcia».—Rev. Min., t. XIII, y Bol. Of. Min. Fom., tomo XLII. Madrid.
52. 1864. *A. Buendía*: «Discurso leído por el Secretario de la Sociedad Económica de Amigos del País, de Cartagena, al adjudicar los premios a las niñas y niños en la sesión pública del día 3 de enero de 1864».—Cartagena.
- 52 bis. 1865. *L. Aldana*: «Socavón de la Sierra de Cartagena».—Revista Minera, t. XVI. Madrid.
53. 1868. *F. de Botella*: «Descripción geológico-minera de las provincias de Murcia y Albacete».—Madrid.
54. — *A. García Parreño*: «Naturaleza de los minerales de zinc explotados en Cartagena».—Eco de Cartagena, núms. 2.108 2.109. Cartagena.
55. 1869. *E. de Verneuil* et *E. Collomb*: «Explication de la carte géologique de l'Espagne et du Portugal».—París.
56. 1870. *R. Inchaurrendieta*: «La edad de bronce en la provincia de Murcia». Bol. Rev. Univ. de Madrid, t. II. Madrid.
57. 1871. *Anónimo*: «Pozos artesianos en Murcia».—Rev. Min., tomo XXII. Madrid.
58. 1872. *M. Malo de Molina*: «Bosquejo minero de la Sierra de Cartagena». Cartagena.
59. — *J. Solano*: «Noticia sobre una piedra meteórica caída en término de Murcia el día 18 de agosto de 1870».—An. Soc. Esp. Hist. Natural, tomo I. Madrid.
60. 1874. *A. Areitio*: «Reconocimiento de la dusodila en la marga de la Serrata de Lorca».—Act. Soc. Esp. Hist. Nat., t. III. Madrid.
61. 1876. *M. Fernández de Castro*: «Noticia del estado en que se hallan los trabajos del mapa geológico de España en 1.º de julio de 1874».—Bol. Com. Mapa Geol. Esp., t. III. Madrid.

62. 1876. *A. Massart*: «Descripción de los criaderos metalíferos del Distrito de Cartagena».—Rev. Min., ser. B, t. II. Madrid.
63. 1877. *F. de Botella*: «Indicaciones sobre las formaciones numulíticas de la región oriental de España».—Act. Soc. Esp. Hist. Nat., t. VI. Madrid.
64. — — «Apuntes paleogeográficos. España y sus antiguos mares».—Boletín Soc. Geogr., t. II. Madrid.
65. 1878. *A. Guirao*: «Sobre un yacimiento de fosforita en Caravaca».—Actas Soc. Esp. Hist. Nat., t. VII. Madrid.
66. 1879. *J. Macpherson*: «Breve noticia acerca de la especial estructura de la Península Ibérica».—An. Soc. Esp. Hist. Nat., t. VIII. Madrid.
67. 1880. *L. Mallada*: «Sinopsis de las especies fósiles encontradas en España. Sistema Triásico».—Bol. Com. Mapa Geol. Esp., t. VII. Madrid.
68. 1881. *F. de Botella*: «Inundaciones y sequías en las provincias españolas de Levante».—Bol. Soc. Geogr., t. X. Madrid.
69. — *J. Fuentes*: «Descubrimientos arqueológicos de Murcia».—Revista Obr. Púb., t. XXIX. Madrid.
70. — *A. Guirao*: «Presentación de fósiles procedentes de Murcia».—Actas Soc. Esp. Hist. Nat., t. X. Madrid.
71. — — «Presentación de instrumentos neolíticos y de un hacha de cobre procedentes de Murcia, Alicante y Albacete».—Act. Soc. Española Hist. Nat., t. X. Madrid.
72. 1882. *V. Martínez Villa*: «El coto Fortuna, de Mazarrón».—Gac. Min. Cartagena.
73. 1893. *Dirección de Hidrografía*: «Derrotero general del Mediterráneo».—Madrid.
74. 1884. *O. de Buen*: «Excursión paleontológica y antropológica por Murcia y Almería».—Act. Soc. Esp. Hist. Nat., t. XIII. Madrid.
75. — *L. Mallada*: «Sinopsis de las especies fósiles encontradas en España. Sistema Jurásico».—Bol. Com. Mapa Geol. Esp., t. XI. Madrid.
76. — *L. Siret*: «Les premières ages du metal dans le SE. de l'Espagne».—
77. 1895. *A. Belmar*: «Notas sobre el cuestionario para el mejoramiento de las clases obreras en el Distrito minero de Murcia».—Rev. Minera. Madrid.
78. — *S. Calderón*: «Ensayo orogénico sobre la meseta central de España».—An. Soc. Esp. Hist. Nat., t. XIV. Madrid.
79. — *G. Nordenstrom*: «Oom bergshauttingen in Spanien. VIII, Silveroch blygnifvorna i Almería-Murcia».—Tek. Red. f. Svenska Kommissariatét. Estocolmo.
80. 1886. *F. de Botella*: «Geografía morfológica y etiológica».—Bol. Soc. Geográfica, t. XXI. Madrid.

81. 1886. *S. Calderón*: «Espagne».—Ann. Géol. Dr. Dagincourt, t. I y II. París.
82. — *P. Choffat*: «Espagne».—Ann. Géol. Dr. Dagincourt, t. I y III. París.
83. — *J. Macpherson*: «Relación entre la forma de las costas de la Península Ibérica, sus principales líneas de fractura y el fondo de sus mares».—An. Soc. Esp. Hist. Nat., t. V. Madrid.
84. 1887. *A. Belmar*: «Vías de transporte en la Sierra de Cartagena».—Revista Minera. Madrid.
85. — *P. Díaz Gassou*: «La huerta de Murcia. Su topografía, geología y climatología».—Madrid.
86. — *J. Macpherson*: «Del carácter de las dislocaciones de la Península Ibérica».—An. Soc. Esp. Hist. Nat., t. XVII. Madrid.
87. — *L. Mallada*: «Sinopsis de las especies fósiles que se han encontrado en España. Sistema Cretáceo».—Bol. Com. Mapa Geol. España. tomo XIV. Madrid.
88. 1889. *A. Boecke*: «El coto Fortuna, de Mazarrón».—Rev. Min., tomo XL. Madrid.
89. — *F. Gisbert*: «Exportación de minerales de la Sierra de Cartagena».—Rev. Min., t. XL. Madrid.
90. 1891. *L. Mallada*: «Catálogo general de las especies fósiles encontradas en España».—Bol. Com. Mapa Geol. Esp., t. XVIII. Madrid.
91. — *C. Pérez Lurbe*: «Paseo minero por Mazarrón».—Rev. Min., t. XLII. Madrid.
92. — *J. Pie y Allúe*: «Sobre los criaderos de hierro del Levante de España».—Rev. Min., t. XLII. Madrid.
93. 1892. *E. Fuchs y L. de Launay*: «Traité de gites minéraux et metallifères». París.
94. — *J. Pie y Allúe*: «Sobre los criaderos de hierro y de plomo del Levante de España».—Rev. Min., t. XLIII. Madrid.
95. — *F. Quiroga*: «Andesitas del Mar Menor y Cartagena».—Act. Soc. Española Hist. Nat., t. XX y XXI. Madrid.
96. — *F. B. Villasante*: «Criaderos metalíferos de Mazarrón».—Rev. Minera, t. XLIII. Madrid.
97. — — «La industria minero metalúrgica en Mazarrón».
98. 1893. *R. Adán de Yarza*: «Roca eruptiva de Fortuna».—Bol. Com. Mapa Geol. Esp., t. XX. Madrid.
99. — *R. Guardiola*: «Un poco de geología aplicada. Los mineros y los criaderos metalíferos de la Sierra de Cartagena».—Rev. Minera, tomo XLIV. Madrid.
100. 1894. *G. Puig y Larraz*: «Cavernas y simas de España».—Bol. Com. Mapa Geol. Esp., t. XXXI. Madrid.

101. 1895. *R. Guardiola*: «Cartagena ante la depreciación de los metales».—Rev. Min., t. XCI. Madrid.
- 101 bis. 1895. *R. Guardiola*: «El porvenir del Distrito de Cartagena y las reformas necesarias en su minería».
102. 1895. *F. B. Villasante*: «Distrito de Murcia. Presente y porvenir de su minería».—Anuar. Min. Met. Madrid.
103. 1896. *R. Nicklés*: «Nota acerca de los terrenos secundarios de las provincias de Murcia, Almería, Granada y Alicante».—Bol. Comisión Mapa Geol. Esp., t. XXIII. Madrid.
104. 1897. *S. Czynskowski*: «Les venues metallifères de l'Espagne».—París.
105. — *L. Gabaldón*: «Primitivos pobladores de Lorca».—Rev. Contemp., n.º 106. Madrid.
106. 1898. *S. Calderón*: «Nota acerca del silicato de hierro plumbífero de la Sierra de Cartagena».—Act. Soc. Esp. Hist. Nat., t. XXVII. Madrid.
107. 1899. *F. Chaves*: «El silicato de hierro del Manto de los Azules, en la Sierra de Cartagena».—Act. Soc. E. Hist. Nat., t. XXVIII. Madrid.
108. — *R. Guardiola*: «Ácido carbónico en las minas de Mazarrón».—Revista Minera, t. L. Madrid.
109. — *F. B. Villasante*: «Emanaciones de ácido carbónico en las minas de Mazarrón».—Rev. Min., t. L. Madrid.
110. 1900. *L. Ruy-Wamba*: «Una excursión minero metalúrgica a Levante».
111. — *J. Vilanova*: «Una excursión a Jumilla».—Act. Soc. Esp. Hist. Natural, t. XIX. Madrid.
112. 1901. *J. Macpherson*: «Ensayo de historia evolutiva de la península Ibérica».—An. Soc. Esp. Hist. Nat., t. XXX. Madrid.
113. — *G. Moncada*: «Causas de la crisis minera de la Sierra de Cartagena».—Rev. Min., t. LII. Madrid.
114. 1902. *S. Calderón*: «Más sobre el terremoto sentido en Murcia el día 5 de mayo de 1902».—Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., t. II. Madrid.
- 114 bis. 1902. *S. Calderón*: «Granate calcoferrífero oscuro de Cartagena».—Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., t. II. Madrid.
115. 1902. *R. Guardiola*: «La crisis minera en Cartagena».—Rev. Min. t. LIII. Madrid.
116. — *R. Nicklés*: «Sur l'existence de phénomènes de recouvrement dans la zone subbétique».—Comp. Rend. Acad. Sci., t. CXXXIV. París.
117. — *G. Puig y Larraz*: «Sobre el terremoto acaecido en Murcia el día 5 de mayo de 1902».—Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., t. II. Madrid.
118. 1903. *M. Capdevila*: «La apatita de Jumilla».—Rev. Min., tomo LIV. Madrid.
119. — *D. Jiménez de Cisneros*: «De la existencia del Lías inferior, del Ti-

- tónico y del Infracretáceo en la región NW. de la provincia de Murcia».—Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., t. III. Madrid.
120. 1903. *D. Jiménez de Cisneros*: «Nota sobre el yacimiento de magnetita de Cehegín».—Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., t. III. Madrid.
121. — — «El yacimiento prehistórico de la rambla Bermeja; en el término de Lorca, y noticias acerca de otros poco conocidos en la provincia de Murcia».—Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., t. III. Madrid.
122. — *M. Miquel*: «Algunos fósiles del Plioceno de Águilas».—Bol. Sociedad Esp. Hist. Nat., t. III. Madrid.
123. — *G. Moncada y R. Guardiola*: «Proyecto de desagüe de las minas del Beal».—Rev. Min., t. LIV. Madrid.
124. 1904. *R. Guardiola*: «Criaderos metalíferos de la Sierra de Cartagena». Rev. Min., ser. C, t. XXII. Madrid.
125. — — «La riqueza mineral del Distrito de Cartagena».—Gac. Min. Com. Cartagena.
126. — *L. Mallada*: «Explicación del Mapa geológico de España. Tomo V. Sistemas Infracretáceo y Cretáceo».—Mem. Com. Mapa Geol. de España. Madrid.
127. 1905. *A. Belmar*: «Sobre el desagüe general del Distrito minero de Herrerías de Mazarrón, llamado Coto Fortuna».—Revista Minera, tomo LVI. Madrid.
128. — *V. Kindelan*: «Las minas de azufre de Lorca».—Revista Minera tomo LVI. Madrid.
- 128 bis. 1905. — «La minería en España».—Bol. Min. Com. Murcia.
129. 1905. *R. Pilz*: «Die Bleiglanzlagerstätten von Mazarrón in Spanien».—Zeit. f. prakt. Geol., t. XIII. Berlín.
130. 1906. *R. Adán de Yarza*: «Dos palabras referentes a la teoría de las zonas de cobijadura, como prólogo a la traducción de un trabajo del Sr. Nicklés».—Bol. Com. Mapa Geol. Esp., t. XXVIII. Madrid.
131. — *J. Calafut*: «Un nuevo mineral fosforescente de Santomera».—An. Soc. Esp. Fís. Quím., t. VI. Madrid.
132. — *D. Jiménez de Cisneros*: «Sobre geología del SE. de España. De la existencia de restos del género Mastodon, de Caravaca».—Boletín Soc. Esp. Hist. Nat., t. VI. Madrid.
133. — — «De la existencia del piso Albense en las cercanías de Caravaca».—Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., t. VI. Madrid.
134. — — «Restos de *Elephas primigenius* en el Cuaternario de Murcia».—Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., t. VI. Madrid.
135. — — «Oolita ferruginosa de la Puebla de Mula».—Bol. Soc. Española Historia Nat., t. VI. Madrid.

136. 1906. *R. Nicklés*: «Fenómenos de cobijadura en España, en la zona subbética».—Bol. Com. Mapa Geol. Esp., t. XXVIII. Madrid.
137. — «Los terrenos secundarios de las provincias de Murcia, Almería, Granada y Alicante».—Bol. Com. Mapa Geológico Esp., t. XXVIII. Madrid.
138. — «Sobre la existencia de fenómenos de cobijadura en la zona subbética».—Bol. Com. Mapa Geol. Esp., t. XXVIII. Madrid.
139. 1907. *L. Brun*: «Sobre el criadero de cobre de Santomera».—Gac. Min. Com. Cartagena.
140. — *D. Jiménez de Cisneros*: «Excursiones por el NW. de Caravaca».—Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., t. VII. Madrid.
141. — *L. Mallada*: «Explicación del mapa geológico de España. Tomo VI: Sistemas Eoceno, Oligoceno y Mioceno».—Mem. Com. Mapa Geológico de España. Madrid.
142. 1908. *L. Arrojo*: «Hierros de Mazarrón».—Est. Min. Madrid.
143. — *L. Fernández Navarro*: «Las costas de la Península Ibérica».—Asociación Esp. Progr. Cienc., Congr. Zaragoza. Madrid.
144. — *D. Jiménez de Cisneros*: «La Sierra de la Puerta, en el término de Caravaca».—Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., t. VIII. Madrid.
145. — — «Excursiones por el Oeste de Caravaca».—Bol. Soc. Esp. Historia Nat., t. VIII. Madrid.
146. — *M. Malo de Molina*: «Salinas del Mar Menor».—Est. Min. Madrid.
147. — *J. G. Martínez Garrido*: «Nota sobre algunas comarcas mineras del término municipal de Lorca».—Est. Min. Madrid.
148. — *F. Pato*: «Reseña minero-geológica de la Sierra de Enmedio».—Est. Min. Madrid.
149. — — «Minería de Murcia».—Rev. Min. Linares.
150. — *M. Pato*: «Descripción física de la provincia de Murcia».—Boletín Com. Mapa Geol. Esp., t. XXIX. Madrid.
151. — *F. Peña*: «Hierros de la zona Poniente de Cartagena».—Est. Min. Madrid.
152. — *J. M. Rubio*: «Nota sobre las minas de Cehegín».—Est. Min. Madrid.
153. — *F. B. Villasante*: «Criaderos de la Sierra de Carrascoy».—Est. Min. Madrid.
154. — — «Notas sobre el laboreo en los términos de Cartagena y La Unión durante el año 1908».—Est. Min. Madrid.
155. 1909. *L. Brun*: «Géologie du massif montagneux qui s'étend de Montegudo (Murcia) à Albaterra (Alicante)».—Comp. Rend. Mens. Ind. Miner. París.
156. — *D. Jiménez de Cisneros*: «Datos para el estudio del Mioceno de

- las inmediaciones de Cartagena».—Act. Congr. Nat. Esp. Zaragoza.
157. 1909. *D. de Cortázar*: «Estudio geológico de una explosión de gases no inflamables dentro de una mina».—Bol. Com. Mapa Geol. España, t. XXIX. Madrid.
158. — *R. Guardiola*: «El porvenir económico del Distrito industrial de Cartagena».—Rev. Min., ser. C, t. XXVII. Madrid.
159. — — «Si la riqueza minera no ha de perdurar, ¿con qué la sustituiremos para que Cartagena no pierda en importancia?».—Gac. Min. Cartagena.
160. — — «La riqueza minera de Cartagena».—Gac. Min. Com. Cartagena.
161. 1910. *L. Arrojo*: «Hierro de Mazarrón».—Gac. Min. Com. Cartagena.
162. — *L. Brun*: «Estudio geológico de la zona cuprífera de Santomera, en la provincia de Murcia».—Rev. Min., t. LXI. Madrid.
163. — *F. Pato*: «Reseña minero-geológica de la Sierra de Enmedio».—Est. Min. Madrid.
164. — *J. M. Rubio*: «Nota sobre las minas de Cehegín».—Gaceta Min. Com. Cartagena.
165. 1911. *C. Arévalo*: «Sobre una notable combinación diplododecaédrica en los cristales de la pirita de Caravaca».—Bol. Soc. Esp. Hist. Natural, t. XI. Madrid.
166. — *R. Douvillé*: «La Peninsule Iberique. Espagne».—Handb. der Reg. Geol., t. III. Heidelberg.
167. — *R. García Mercet*: «Noticia del terremoto ocurrido en Murcia el día 3 de abril de 1911 y observaciones del Sr. Faura».—Bol. Soc. Española Hist. Nat., t. XI. Madrid.
168. — *D. Jiménez de Cisneros*: «Más sobre el terremoto del 3 de abril de 1911 ocurrido en Murcia».—Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., tomo XI. Madrid.
169. — — «Excursiones a Las Losillas y al Collado de la Plata, en el término de Caravaca».—Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., t. XI. Madrid.
170. — *L. Mallada*: «Explicación del Mapa geológico de España. Tomo VII. Sistemas Plioceno, Diluvial y Aluvial».—Mem. Inst. Geol. España. Madrid.
171. — *R. Pilz*: «Los criaderos metalíferos de Mazarrón».—Ingeniería. Madrid.
172. — *R. Sánchez Lozano y A. Marín*: «Terremotos en la provincia de Murcia en la primavera de 1911».—Rev. Min., ser. C, tomo XXIX. Madrid.

173. 1912. *R. Adán de Yarza*: «Estado actual de la minería en Murcia».—Boletín Inst. Geol. Esp., t. XXXII. Madrid.
174. — *J. Danlín Cereceda*: «Resumen fisiográfico de la Península Ibérica».—Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat., n.º 9. Madrid.
175. — *R. Guardiola*: «El Instituto Geológico como auxiliar de la industria minera».—Madrid.
176. — — «Evolución minera en Cartagena».—(Conferencia leída en la Soc. Econ. de Amigos del País). Cartagena.
177. — *D. Jiménez de Cisneros*: «De Orihuela a Murcia».—Bol. Soc. Española Hist. Nat., t. XII. Madrid.
178. — *G. Moncada*: «Causas de la crisis minera de Cartagena».—Rev. Minera, ser. C, t. XXX. Madrid.
179. — *R. Sánchez Lozano y A. Marín*: «Estudio relativo a los terremotos ocurridos en la provincia de Murcia».—Bol. Inst. Geol. España, t. XXXII. Madrid.
180. — *F. B. Villasante*: «Cartagena histórica».
- 180 bis. 1912. — «De Minería».—El Liberal de Murcia, 1.º mayo.
181. 1913. *A. de Gálvez-Cañero*: «Criaderos de hierro de la provincia de Murcia. Minas de Perín y Cabezo Gordo».—Mem. Inst. Geol. de España. Madrid.
182. — *E. Hernández-Pacheco*: «Los vertebrados terrestres del Mioceno de la Península Ibérica».—Mem. Soc. Esp. Hist. Nat., t. IX. Madrid.
183. — *J. Muñoz del Castillo y F. Díaz Rada*: «Sobre la radiactividad de varios manantiales de aguas minero-medicinales españolas».—An. Soc. Esp. Fís. Quím. Madrid.
184. — *C. Rubio*: «Criaderos de hierro de la provincia de Murcia. Distrito de Cehegín».—Mem. Inst. Geol. Esp. Madrid.
185. — *F. B. Villasante*: «Criaderos de hierro de la provincia de Murcia. La Unión y Cartagena».—Mem. Inst. Geol. Esp. Madrid.
186. — *F. B. Villasante y A. Fernández*: «Criaderos de hierro de la provincia de Murcia. Fuente Álamo y Pacheco».—Mem. Inst. Geol. España. Madrid.
187. 1914. *D. Jiménez de Cisneros*: «Excursión de Novelda a Abanilla».—Boletín Soc. Esp. Hist. Nat., t. XIV. Madrid.
188. — — «El Cretáceo medio de Santa Ana y los Ammonites gigantes del término de Alicante».—Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., t. XIV. Madrid.
189. — *L. M. Vidal y L. Mallada*: «Memoria relativa al abastecimiento de aguas potables de la ciudad de Cartagena y su puerto».—Cartagena.

190. 1916. *F. Huguet del Villar*: «Archivo Geográfico de la Península Ibérica».—Madrid.
191. — *H. Obermaier*: «El hombre fósil».—Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat., número 9. Madrid.
192. 1917. *J. Carbonell*: «Yacimiento de lignito en el Distrito minero de Murcia». — Bol. Of. Min. Met., n.º 7. Madrid.
193. — *E. Dupuy de Lôme* y *P. de Novo*: «Estudios hidrogeológicos en las provincias de Alicante y Murcia».—Bol. Inst. Geol. de España, tomo XXXVIII. Madrid.
194. — *D. Jiménez de Cisneros*: «Encuentro de una pequeña mancha de Liásico medio al SW. de Caravaca».—Bol. Soc. Esp. Hist. Natural, t. XVII. Madrid.
195. — — «Los lagos terciarios de la cuenca del Segura».—Ibérica, t. I, n.º 7. Barcelona.
196. 1918. *J. Carbonell*: «Yacimientos de lignitos en el Distrito minero de Murcia».—Gac. Min. Com., t. V. Cartagena.
197. — *D. Jiménez de Cisneros*: «Especies nuevas o poco frecuentes en la fauna del Secundario de España».—Bol. Soc. Esp. Hist. Natural, t. XVIII. Madrid.
198. — *F. Peña*: «Estudio de varios yacimientos metalíferos y de azufre del término de Lorca».—Bol. Of. Min. Met., núms. 9 a 13. Madrid.
199. 1919. *J. Carbonell* y *F. Peña*: «Estudio industrial de yacimientos minerales de Murcia».—Bol. Of. Min. Met., núms. 26 y 27. Madrid.
200. — *R. Guardiola*: «La crisis plomera».—Gac. Min. Com. Cartagena.
201. — *D. Jiménez de Cisneros*: «Datos acerca de la existencia del aragonito en el cabezo de Gil de Ras, en Caravaca (Murcia)».—Bol. Sociedad Esp. Hist. Nat., t. XIX. Madrid.
202. — *M. Sánchez Navarro*: «Los terremotos sentidos en las provincias de Alicante y Murcia en septiembre de 1919».—Rev. Soc. Ast. Esp. Amer., t. IX. Madrid.
203. 1920. *J. Dantín Cereceda*: «Nomenclatura española de las formas del modelado submarino».—Asoc. Esp. Progr. Cienc., Congr. Bilbao, tomo VI. Madrid.
204. — *R. Guardiola*: «La minería de Cartagena, elemento importante de la riqueza nacional, necesita el auxilio del Estado».—Rev. Minera, t. LXXI. Madrid.
205. — *D. Jiménez de Cisneros*: «Noticia acerca del encuentro de numerosos yacimientos del Liásico medio alpino en el SE. de España». Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., t. XX. Madrid.
206. — *V. Kindelan* y *J. de Gorostiza*: «Sobre los terremotos ocurridos

- en las provincias de Alicante y Murcia en 1919».—Bol. Inst. Geológico de España, t. XLI. Madrid.
207. 1921. *L. Brun*: «Nota sumaria sobre una teoría general de la formación de los criaderos metalíferos de la Sierra de Cartagena». — Revista Minera, t. LXXII. Madrid.
208. — *J. Carbonell* y *J. E. Portuondo*: «Estudio industrial de yacimientos minerales de la provincia de Murcia». — Bol. Of. Min. Met., números 45 y 46, y Gac. Min. Com. Cartagena.
209. 1922. *R. Guardiola*: «Nota sobre la composición de las blendas de Cartagena».—Bol. Inst. Geol. Esp., t. XLIII. Madrid.
210. — *E. Hernández-Pacheco*: «Rasgos fundamentales de la constitución e historia geológica del solar ibérico».—Disc. Rec. Acad. Ciencias. Madrid.
211. — *D. Jiménez de Cisneros*: «Nota preliminar acerca del Liás alpino de la Sierra del Cantón de Abanilla y Fuente del Algarrobo».—Boletín Soc. Ibér. Cienc. Nat., t. XXII. Zaragoza.
212. — *L. Menéndez Puget*: «Nota acerca de la formación, composición y propiedades químicas de los fosfatos del Norte de África y de España».—Bol. Inst. Geol. Esp., t. XLIII. Madrid.
213. — *J. Royo*: «El Mioceno continental ibérico y su fauna malacológica».—Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat., ser. paleont. n.º 5. Madrid.
214. 1923. *D. Jiménez de Cisneros*: «Indicación de algunos yacimientos liásicos al W. y NW. de la provincia de Murcia».—Bol. Soc. Esp. Historia Nat., t. XXIII. Madrid.
215. — — «La fauna de los estratos de *Pygope aspasia* Menegh., del Liásico medio del Rincón de Egea, al NW. de la provincia de Murcia».—Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat., ser. geol. n.º 30. Madrid.
216. — *J. M. Rubio*: «Sobre catalogación de criaderos de plomo de Cartagena».—Rev. Min., ser. C, t. XLI. Madrid.
217. — *P. H. Sampelayo*: «Análisis microscópicos de los fosfatos del Levante de España».—Bol. Inst. Geol. Esp., t. XLIV. Madrid.
218. — *E. Tormo* y *J. Dantín Cereceda*: «Guías regionales Calpe. Levante». Madrid.
219. 1924. *M. Demay*: «Observations géologiques, metallogéniques et économiques sur le district minier de Cartagena».—Ann. Min., 12 ser., t. V. París.
220. — *D. Jiménez de Cisneros*: «La Fuente de la Zarza, en el término de Abanilla».—Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., t. XXIV. Madrid.
221. — *J. Meseguer Pardo*: «Estudio de los yacimientos de azufre en las provincias de Murcia y Albacete».—B. I. G. E., t. XLV. Madrid.

222. 1925. *A. Born*: «Schwerezustand und geologische struktur des Iberischen Halbinsel».—Abh. d. Penek Nat. Ges., t. XXXIX. Frankfurt.
223. — *D. Jiménez de Cisneros*: «Indicación de algunos yacimientos prehistóricos y noticia acerca de otros yacimientos».—Bol. Soc. Española Hist. Nat., t. XXV. Madrid.
224. — *C. Villalba Granda*: «Valor hidrodinámico de los ríos españoles». Asoc. Esp. Progr. Cienc., Congr. Coimbra, t. X. Madrid.
225. 1926. *P. Fábrega*: «Génesis de los criaderos metalíferos. Aplicaciones de la teoría termosifoniana a algunos criaderos españoles».—Compt. Rend. Fasc. 3. Congr. Geol. Int. Madrid.
226. — *M. Gignoux* y *P. Fallot*: «Contributions a la connaissance des terrains neogènes et quaternaires marins sur les côtes méditerranéennes d'Espagne».—Comp. Rend. XIV Cong. Geol. Int., fasc. 2.º Madrid.
227. — *V. Inglada*: «Estudio de sismos españoles. El terremoto del bajo Segura de 10 de septiembre de 1919».—Rev. Acad. Cienc., t. XXIII. Madrid.
228. — — «El sismo del bajo Segura de 10 de septiembre de 1919. Cálculo de las coordenadas del foco, basado en la hora inicial de los sismogramas, registrado en varias estaciones próximas». Bol. Inst. Geol. España, t. XLVII. Madrid.
229. — *V. Kindelan*: «Es de gran interés y sería útil la investigación, por procedimientos geofísicos, de los terrenos miocenos y azufreros del SE. de España, por si en ellos existen depósitos de hidrocarburos susceptibles de aprovechamiento industrial».—Bol. Instituto Geol. Esp., t. XLVII, 2.ª parte. Madrid.
230. — *J. Meseguer Pardo*: «Reseña geológica y metalogénica de la Sierra de Cartagena».—Rev. Min., ser. C, t. XLIV. Madrid.
231. — — «Estudio petrográfico del cerro eruptivo El Monagrillo, de la provincia de Murcia».—Congr. Geol. Int. Madrid.
232. — *R. Staub*: «Gedanken zur Tektonik Spaniens».—Viert. d. Natur. Ges. Zurich.
233. 1927. *L. Arrojo* y *D. Templado*: «Catálogo de criaderos de plomo y zinc del Distrito minero de Murcia».—B. O. M. M., n.º 119. Madrid.
234. — *R. Guardiola*: «Estudio metalogénico de la Sierra de Cartagena». Mem. Inst. Geol. y Min. de España. Madrid.
235. — *D. Jiménez de Cisneros*: «Caravaca. Apuntes para su geología prehistórica e histórica».—Ibérica, t. XXVIII. Barcelona.
236. — *A. Revenga*: «Contribución al estudio de la hidrografía de la Península Ibérica».—Bol. Soc. Geog., t. LXVII. Madrid.

237. 1927. *A. Rey Pastor*: «Traits sismiques de la Peninsule Iberique».—Instituto Geogr. Cat. Madrid.
238. — *R. Staub*: «Ideas sobre la tectónica de España».—Córdoba.
239. — *H. Stille*: «Ueber Westniterrane gebirgszusammenhänge».—Berlin.
- 239 bis. 1928. *P. Fábrega*: «Criaderos minerales».—Madrid.
240. — *P. Fallot*: «Sur le Secondaire des massifs charriés subbetiques entre Moratalla et la bordure de la zone betique».—Comp. Rend. Acad. Sci., t. CLXXXVIII. París.
241. — — «Sur la structure de la zone subbetique entre Moratalla et la zone betique».—Com. Rend. Acad. Sci., t. CLXXXVIII. París.
242. — — «Sur la date des derniers phénomènes orogeniques dans les zones subbetique et betique».—Com. Rend. Acad. des Sciences, t. CLXXXVIII. París.
243. — *P. Fallot* y *E. Jérôme*: «Sur la présence d'une variété de jumillite aux environs de Calasparra».—Comp. Rend. Acad. Sciences, t. CLXXXVIII. París.
244. — *D. Jiménez de Cisneros*: «El Lías alpino medio del SE. de España». Comp. Rend. XIV Cong. Geol. Int., fasc. 2.º Madrid.
245. — — «Noticias de algunas antigüedades encontradas en Cartagena».—Ibérica, t. XXIX. Barcelona.
246. — *L. Martín Echeverría*: «Geografía de España».—Madrid.
247. — *B. Rolandi* y *D. Templado*: «Catalogación de criaderos de zinc del Distrito minero de Murcia».—Bol. Of. Min. Met., n.º 134. Madrid.
248. — *J. Romero*: «Los minerales complejos de plomo y zinc en España». Bol. Of. Min. Met., n.º 130. Madrid.
249. — *J. M. Rubio*: «Cuenca artesiana del Campo de Cartagena».—Revista Minera, ser. C, t. XLVI. Madrid.
250. — *H. Schumacher*: «Metallogenese der Erzlagerstätten Spaniens».—Comp. Rend. XIV Congr. Geol. Int., fasc. 3.º Madrid.
251. 1929. *J. R. Bataller*: «Una excursión geológica por Murcia y Almería».—Ibérica, t. XXXI, semestre 1.º Barcelona.
252. — *J. Dantín Cereceda*: «Nueva geografía universal».—T. III. Madrid.
253. — *P. Fallot*: «Note préliminaire sur les formations neogènes des zones subbetique et betique selon la transversale de Caravaca». Mem. Soc. Esp. Hist. Nat., t. XV, fasc. 1.º Madrid.
254. — — «Esquisse géologique du massif de la Sierra de España (provincia de Murcia)».—Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., t. XXIX. Madrid.
255. — *F. Gómez Llueca*: «Los Numulítidos de España».—Mem. Com. Investigaciones Paleont. y Prehist., ser. paleont., n.º 8. Madrid.

256. 1929. *J. de Gorostizaga*: «Yacimiento de fosfato de la Sierra de Espuña». Bol. Inst. Geol. Min. Esp., t. LI. Madrid.
257. — *D. Jiménez de Cisneros*: «Depósitos cuaternarios y actuales en la región SE. de España».—Mem. Soc. F. Hist. Nat., t. XXV. Madrid.
258. — *O. Maull*: «Iberische Halbinsel».—Enzyk. d. Erdkunde. Leipzig.
- 258 bis. 1929. *J. Rubio de la Torre*: «Aplicación industrial de los procedimientos de flotación a los minerales complejos de plomo y cinc de la Sierra de Cartagena».—Bol. Of. Min. Madrid.
259. 1930. *P. Fallot*: «Etat de nos connaissances sur la structure des chaînes bétique et subbétique».—Liv. Jub. Soc. Géol. Franc. París.
260. — *Instituto Gallach*: «Geografía de España».—Barcelona.
261. 1931. *P. Fallot*: «Contribution a l'étude du Jurassique superieur subbétique».—Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., t. XXXI. Madrid.
262. — — «Notes stratigraphiques sur la chaîne subbétique».—Bol. Sociedad Esp. Hist. Nat., t. XXXI. Madrid.
263. — *A. Rey Pastor*: «Sismicidad de las regiones litorales españolas del Mediterráneo. II. Región Bética y Subbética».—Geol. Medit. Occ., t. III. Barcelona.
264. — *W. Seidlitz*: «Diskordanz und Orogenese der Gebirge am Nitelmeer».—
265. — *H. Stille*: «Die keltiberische Scheitelung».—Geol. u. Miner., n.º 10. Berlín.
266. 1932. *E. Cueto*: «Algunas consideraciones sobre la tectónica de la Península Ibérica».—Res. Cient. Soc. Esp. Hist. Nat., t. VII. Madrid.
267. — — «La tectónica de la Península Ibérica».—Seg. Congr. Agrup. Ing. Min. Nor. Esp. Oviedo.
268. — *P. Fallot*: «Essai de définition des traits permanents de la paléogéographie secondaire dans la Méditerranée Occidentale».—Bull. Soc. Géol. France, n.º 5. París.
269. — — «Sur la géologie des confins des provinces de Murcie et d'Alicante».—Com. Rend. Acad. Sci., t. CXCIV. París.
270. — — «Sur les conecions de la série a facies alpins identifiée entre la Sierra Sagra et Alicante».—C. R. Acad. Sci., t. CXCIV. París.
271. — *P. Fallot* y *E. Jérémíne*: «Remarques sur une varieté nouvelle de jumillite et sur l'extension des laves de ce groupe».—Com. Rend. Congr. Soc. Sav. de 1929. París.
272. — *E. Hernández-Pacheco*: «Síntesis fisiográfica y geológica de España».—Trab. Mus. Nac. Cienc. Nac., ser. geol. n.º 38. Madrid.
273. — — «Las costas de la Península Hispánica y sus movimientos». Asoc. Esp. Progr. Cienc., Congr. Lisboa, t. V. Madrid.

274. 1933. *R. Brinkmann*: «Sobre el problema de la fosa bética».—Bol. Sociedad Geogr., t. LXXIII. Madrid.
275. — *P. Fallot*: «Essai sur la repartition des terrains secondaires et tertiaires dans les domaines des Alpides espagnoles».—Géol. Medit. Occ., t. IV, 2.ª parte. Barcelona.
276. — *P. Fallot* y *J. R. Bataller*: «Observations géologiques entre Calasparra et Cieza».—Géol. Medit. Occ., t. IV. Barcelona.
277. 1934. *J. Garrido*: «Notas sobre mineralogía española. Cerusitas cristalizadas».—Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., t. XXXIV. Madrid.
278. — *J. G. de Llarena*: «Observaciones sobre la geología y fisiografía de los alrededores de Hellín».—B. S. E. H. N., t. XXXIV. Madrid.
279. — *M. San Miguel de la Cámara*: «El volcán de Fortunita llamado Cerro del Monagrillo».—Las Ciencias, t. II. Madrid.
280. — — «Las fases orogénicas de Stille en las formaciones geológicas de España».—Asoc. Esp. Progr. Cienc., t. I, n.º 3. Madrid.
281. 1935. *J. Carandell*: «Las condiciones del modelado erosivo en la vertiente mediterránea de la Cordillera Bética».—Bol. Soc. Esp. Historia Nat., t. XXXV. Madrid.
282. — *F. Hernández-Pacheco*: «Estudio fisiográfico y geológico del territorio comprendido entre Hellín y Cieza».—An. Univ., t. IV. Madrid.
283. — *E. Rubio* y *J. Mesequer*: «Explicación del nuevo mapa geológico de España en escala 1:1.000.000. Rocas hipogénicas».—Mem. Instituto Geol. Min. Esp. Madrid.
284. — *A. Rey Pastor*: «Sismicidad de las regiones litorales españolas del Mediterráneo».—Assoc. Estud. Géol. Medit. Occ. Barcelona.
285. 1936. *H. Lautensach*: «Spanien und Portugal».—Postdam.
286. — *M. San Miguel de la Cámara*: «Estudio de las rocas eruptivas de España».—Mem. Acad. Cienc., t. IV. Madrid.
287. 1938. *F. Machulschek*: «Das Relief der Erde».—Die Iberische Halbinsel Berlín.
288. — *L. Solé Sabarís*: «Síntesis geológica de la Península Ibérica».—Apénd. a la Introd. a la Geología. Barcelona.
289. 1941. *B. Meléndez*: «Itinerario geológico Cartagena-Almería».—Bol. Sociedad Esp. Hist. Nat., t. XXXIX. Madrid.
290. 1942. *L. Solé Sabarís*: «Estado actual de nuestros conocimientos sobre los Alpides españoles».—Bol. Univ., n.º 71. Granada.
291. 1943. *A. Rey Pastor*: «Estudio sísmico-geográfico de la región SE. de la Península Ibérica».—Rev. Geofís., n.º 7. Madrid.
292. 1945. *P. Fallot*: «Estudios geológicos en la zona subbética, entre Alicante y el río Guadiana Menor».—Cons. Sup. Invest. Cient. Madrid.

## II

### HISTORIA

El justificado renombre minero de la provincia de Murcia, a la vez que el interés de su geología, han motivado, desde hace muchos años, considerable número de estudios, monografías y descripciones, principalmente referentes a los yacimientos metalíferos y a la minería. Tales trabajos, en unión de otras muchas publicaciones de diversa índole, pero relacionadas más o menos directamente con la geología de la región, componen extensísima bibliografía.

Ya en 1778, publicó en Murcia I. López de Ayala (\*) un poema en latín acerca de los baños termales de Archena, y a finales del siglo, E. Larruga (1), expuso ciertas indicaciones geográficas interesantes, a las que agregó cuantas noticias había podido adquirir sobre las producciones naturales e industriales de la provincia. Poco después, A. Laborde (3), daba a luz una breve noticia, en francés, de la configuración del suelo, que se tradujo e imprimió en Valencia ocho años más tarde, y al año siguiente, B. Colmar (4), llevó a cabo una descripción geográfica y geognóstica del reino de Murcia.

En 1829, el célebre naturalista alemán J. F. L. Hausmann (5, 8), en una disertación acerca de la constitución geognóstica de España, hizo referencia a esta comarca, y casi al mismo tiempo aparecieron dos trabajos del capitán inglés E. Cook (6, 9), seguidos de los del coronel de la misma nacionalidad C. Silvertop (10), que alcanzaron en aquella época gran autoridad.

La obra de A. Gutiérrez (7), sobre los terremotos murcianos es, en realidad, una verdadera memoria geológica donde se consigna que el terreno trastornado estaba constituido por la marga arcillosa subapenina, cubierta, en las

---

(\*) A continuación del nombre de los autores que se citan, figura entre paréntesis el número de orden de las respectivas publicaciones incluídas en la bibliografía del Capítulo I.

inmediaciones del mar, por arenas y brechas conchíferas, y además que el Terciario ocupaba una faja casi continua a lo largo de la costa desde Barcelona hasta Granada.

No mucho después, el eminente ingeniero J. Ezquerro del Bayo (11, 22, 26), comenzó a exponer sus ideas sobre la geología de esta región, y el francés M. Sauvage (12) dió a la estampa ciertas observaciones, a la vez que consideraba las menas de galena argentífera. Próximo a mediar el siglo XIX, J. Smith (14) y M. Boucharcourt (15) estudiaron respectivamente los sedimentos terciarios y la industria minera de Murcia, y de esta misma época es el magno Diccionario de P. Madoz (16), que, sean cuales fueren sus defectos, ofrece compiladas noticias de grandísima utilidad para los estudios que nos ocupan.

En 1846, el ingeniero A. Maestre (17, 18), publicó una ojeada geognóstica y minera del litoral mediterráneo español y se ocupó, además, de la industria fabril, y por el mismo tiempo aparecieron los trabajos de A. Pernolet (19), W. Ph. Schimper (20), De Collegno (21), J. Monasterio (23, 33, 37), D. Navarro (28) y L. Peñuelas (29, 30, 38), también con indicaciones sobre la geología e industria minera de la provincia.

La descripción de A. Maestre fué ampliada posteriormente por el ingeniero R. Pellico (34) con interesantes detalles y atinadas observaciones, y casi contemporánea de esta obra es la del alemán H. M. Willkomm (40) dada a conocer en España por el ingeniero A. Álvarez de Linera (41), que trata ligeramente de la costa levantina y describe el Campo de Cartagena como desierto páramo solamente apropiado para el cultivo de la barrilla.

Los afamados geólogos franceses E. de Verneuil y E. Collomb (44, 45, 46, 48, 55), nos han legado estimables referencias sobre la constitución geológica del S.E. de España, donde se englobaron las formaciones pizarreñas y calizas en la amplia denominación de metamórficas. Asimismo, los trabajos de J. González Lasala (32), J. Fournet (47) y E. Fourdinier (49, 50), aun teniendo por principal objeto la descripción de diversos yacimientos metalíferos y su sistema de explotación, encierran observaciones útiles acerca de las rocas de la caja.

Compendio y resumen de las publicaciones anteriores fueron las del insigne ingeniero F. de Botella (53, 63, 64, 68, 80), particularmente la voluminosa Memoria sobre las provincias de Murcia y Albacete, única de conjunto de la región hasta nuestros días. En ella, generalizó el autor las formaciones antiguas con el nombre de terrenos paleozoicos, pero sin atreverse a señalar limitaciones que juzgaba muy difíciles a causa de la escasez de fósiles.

En cambio, A. Massart (62), atribuyó concretamente al Permiano los estratos paleozoicos cartagenos, e incluyó en el piso medio todas las rocas piza-

reñas y calizas, según ciertos raros fósiles encontrados en ellas, pero que no llegó a citar.

Con la formación, en 1873, de la Comisión del Mapa Geológico de España, se ampliaron los resultados anteriormente obtenidos, y su director, el ilustre ingeniero M. Fernández de Castro (61) resumió los estudios que se habían realizado.

Dignos de especial mención por su palmaria utilidad, son los trabajos del ingeniero L. Mallada (67, 75, 87, 90, 126, 141, 170), magnos resúmenes de la Estratigrafía y Paleontología españolas, fruto de una laboriosidad y perseverancia verdaderamente admirables, donde se sintetizan todos los conocimientos sobre la geología de Murcia hasta la época de la publicación.

A diferentes investigadores, como R. Inchaurrendieta (56), J. Fuentes (69), A. Guirao (70, 71), O. de Buen (74) y L. Siret (76), se deben determinados estudios sobre Paleontología, Autropología y Prehistoria de Murcia, y otro erudito regional, P. Díaz Cassou (85), describió la Huerta con referencias a la topografía, geología y climatología de la misma. De igual manera, A. Boecke (88) y J. Pie y Allúe (92, 94), se ocuparon de diferentes yacimientos metalíferos de la provincia.

El naturalista F. Quiroga (95), llevó a cabo minuciosas investigaciones sobre las rocas ígneas que forman los islotes del Mar Menor y las de diversos puntos de la sierra de Cartagena, y el ingeniero R. Adán de Yarza (98, 130, 173), estudió también la de Fortuna, aparte de ocuparse de la minería regional y de la teoría de las zonas de cobijadura.

Otro notable geólogo de nacionalidad francesa, R. Nicklés (103, 116, 136, 137), es autor de concienzudos trabajos que, aunque circunscritos, principalmente, a las provincias de Valencia y Alicante, encierran observaciones de interés sobre estratigrafía y tectónica de la de Murcia.

Justísimo elogio merece la prolija e ininterrumpida labor geológica del sabio catedrático D. Jiménez de Cisneros (119, 120, 121, 132, 133, 134, 135, 140, 144, 145, 156, 168, 169, 177, 187, 188, 194, 195, 197, 201, 205, 211, 214, 215, 220, 223, 235, 244, 245, 257), cuyo número de publicaciones sobre estratigrafía y paleontología levantinas, realmente excepcional (\*), pone de manifiesto, no sólo la competencia y escrupulosidad del autor, sino un incansable afán de investigación desinteresada. Fruto de tan provechosa labor fue el descubrimiento de la existencia del Lías alpino en Murcia y Alicante, los importantes hallazgos fosilíferos y el conocimiento de diferentes yacimientos prehistóricos de la provincia que nos ocupa.

(\*) Exceden de un centenar, pues además de las que figuran en la bibliografía del primer capítulo se encuentran otras muchas relativas a varias provincias, singularmente la de Alicante.

El alemán R. Pilz (129, 171), acometió la descripción de los criaderos de Mazarón, y otro ingeniero francés, L. Brun (139, 155, 162, 207), estudió los de cobre de Santomera, enclavados en la banda triásica que desde Monteagudo se extiende hasta Albatera, en la inmediata provincia de Alicante.

El culto auxiliar facultativo M. Pato (159), emprendió un trabajo sobre la geología de toda esta provincia de Murcia, pero penosa enfermedad a la vista y después la muerte, frustraron la importante tarea, de la que sólo ha quedado la descripción física. También su hermano y compañero F. Pato (148, 163), es autor de una reseña minero-geológica de la sierra de Enmedio.

A las publicaciones que anteceden, deben agregarse las de los ingenieros F. Peña (151, 198, 199), L. Arrojo (161, 233), F. B. Villasante (96, 97, 102, 109, 153, 154, 180, 185, 186), A. de Gálvez-Cañero (181), J. Carbonell (192, 196) y J. E. Portuondo (208), que comprenden el estudio de la minería y los yacimientos metalíferos murcianos.

Otro ingeniero destacado, R. Guardiola (99, 101, 108, 115, 123, 124, 125, 158, 159, 160, 175, 176, 200, 204, 209, 234), constante paladín de la minería de Cartagena, ha realizado importantes trabajos sobre metalogénia y yacimientos de aquel distrito, y sus ilustres colegas, los hermanos C. Rubio (184), Director que fue del Instituto Geológico, y J. M. Rubio (152, 164, 216, 249), se ocuparon también de algunos criaderos murcianos de hierro y plomo, y de la hidrología del Campo de Cartagena.

Aún deben mencionarse las investigaciones hidrológicas de los ingenieros E. Dupuy de Lôme y P. de Novo (193), L. M. Vidal y L. Mallada (189), los estudios de metalogénia y petrografía de J. Meseguer Pardo (221, 230, 231), los de yacimientos, de D. Templado y B. Rolandi (233, 247), y las observaciones geológicas, metalogénicas y económicas de la zona de Cartagena, de M. Demay (219). Asimismo, el ingeniero J. de Gorostizaga (256), ha realizado la descripción del criadero de fosfato de la Sierra de Espuña, cuya mena estudió al microscopio P. H. Sampelayo (217), y el notable petrógrafo e ingeniero J. Romero Ortiz (248) analizó diversos minerales complejos de plomo y zinc de la sierra de Cartagena.

El prestigioso geólogo francés P. Fallot (240, 241, 242, 253, 254, 259, 261, 262, 268), ha acometido magníficas investigaciones que han ampliado la estratigrafía y, sobre todo, la tectónica de diversos sectores murcianos, y en otras, también notables, publicaciones en colaboración con sus compatriotas M. Gignoux (226) y E. Jérémime (243, 271), y con el distinguido paleontólogo español mosén J. R. Bataller (276), ha estudiado diversas formaciones neógenas y cuaternarias de la provincia, una variedad de jumillita de los alrededores de Calasparra y la geología de la zona comprendida entre el referido pueblo y

Cieza. Al último de los citados autores (251), se deben igualmente los datos de una excursión geológica por Murcia y Almería.

El profesor M. San Miguel de la Cámara (279, 280, 286), ha investigado algunas rocas eruptivas de Murcia; su compañero F. Hernández-Pacheco (282), el territorio comprendido entre Hellín y Cieza, y en los últimos tiempos, otro naturalista, B. Meléndez (289), ha dado a la estampa un itinerario geológico Cartagena-Almería.

Indiquemos, en fin, que en bastantes trabajos sobre el conjunto de la Península, aparecen datos y observaciones de indudable utilidad para la geología murciana. Merecen citarse, respecto a Geografía física, las publicaciones de J. Macpherson (83), G. Puig y Larraz (100), E. Huguet del Villar (190), C. Villalba Granda (224), J. Dantín Cereceda (174, 203, 252), E. Tormo (218), A. Revenga (236), L. Martín Echeverría (246), O. Maull (258), Instituto Gallach (260), E. Hernández-Pacheco (272, 273), J. Carandell (281), H. Lautensach (285) y F. Machatscheck (287). De Geología general, las de E. de Verneuil (39, 55), F. Botella (64), S. Calderón (81), P. Choffat (82), R. Douvillé (166), E. Hernández-Pacheco (182, 272), A. Born (222), E. Rubio y J. Meseguer (283), M. San Miguel de la Cámara (286) y L. Solé Sabarís (288, 290). De Tectónica, las de J. Macpherson (66, 86, 112), S. Calderón (78, 81), E. Hernández-Pacheco (210, 272, 273), J. Royo (213), R. Staub (252, 238), H. Stille (239, 265), W. Seidlitz (264), E. Cueto (266, 267), R. Brinkmann (274), M. San Miguel de la Cámara (280) y L. Solé Sabarís (288, 290). De Paleontología, la de F. Gómez Llueca (255). De Prehistoria, la de H. Obermaier (191). De Metalogénia, las de E. Fuchs y L. de Launay (93), S. Czyszkowski (104), P. Fábrega (225) y F. Schumacher (250). Y de Sismología, las de A. Rey Pastor (237, 284), y las circunscritas a la provincia de Murcia, de S. Calderón (114), G. Puig y Larraz (117), R. García Marcet (167), D. Jiménez de Cisneros (168), R. Sánchez Lozano y A. Marín (172, 179), M. Sánchez Navarro (202), V. Kindelan y J. de Gorostizaga (206), V. Inglada (227, 228) y A. Rey Pastor (263).



*La sierra de Cartagena, desde el cabo de Palos.*



*Cabo de Palos. Playa de Levante.*

## GEOGRAFÍA FÍSICA

La superficie que comprende la Hoja de El Llano, número 978, está situada entre los 37°40' y 37°30' de latitud Norte, y los 2°50' y 3°10' de longitud Este, con relación al meridiano de Madrid.

El territorio corresponde al extremo SE. de la provincia de Murcia y se halla en el litoral, junto al que se alza una arista montañosa de 12 kilómetros de longitud por tres de anchura media, que forma dos ramales y se orienta aproximadamente de Oeste a Este. Constituye el extremo oriental de la sierra de Cartagena, ramificación meridional del último segmento hacia Levante de la mole Bética.

Las elevaciones, en general no muy pronunciadas, se hallan interrumpidas por depresiones de patente significación tectónica y, en conjunto, forman un anticlinal de estructura disimétrica, en el que las paraclasas atestiguan reiteradas acciones diastróficas que debieron tener comienzo en los tiempos hercinianos.

Durante la evolución orogénica, el referido anticlinal ha sido derrubiado en las depresiones y roto en alguno de los pliegues secundarios, particularmente en la rama sur, donde los múltiples hundimientos parciales han dado origen a una costa brava, cerrada e irregular, con abundantes escotaduras, calas y puntas que se adentran en el Mediterráneo.

En el límite occidental de la Hoja, forma el litoral el llamado Puerto de Portmán, ensenada en forma de herradura abierta hacia el Mediodía, que se halla comprendida entre las puntas de La Galera y La Cruz (B-1). Inmediatamente al Sur de esta última, avanza en el mar la Punta Negra, y tras ella sigue la costa hacia Levante, rectilínea y acantilada, hasta el cabo Negrete, tajado y de color obscuro, como indica su nombre (C-1).

Después de dicho accidente, forma el litoral un arco irregular en el que se suceden, entre promontorios, las pequeñas calas de Aguas Amargas, La Hoyica, El Burro, Cañas Ases, Caletón, La Calabaza y El Barco, y se alcanza la punta de Loma Larga, tras la cual vuelven a sucederse nuevas calas como las de Las Muelas, Huncos, Reventón y Parreño (B-1, 2), por continuar la costa áspera y difícil.

Encuéntrese más tarde la punta Negrete (B-2), y a partir de la misma se hallan algunas pequeñas playas hasta la punta Negra, donde la costa recobra la irregularidad y origina diferentes salientes o puntas que llevan los nombres de La Espada, Barriga, El Lobo y Los Saleros (B-3). Luego se suceden en el litoral bajo las playas del Descargador y El Cura, y, por fin, hace aparición el cabo de Palos, alto y peñascoso, que forma el extremo oriental de la tierra firme, cuya prolongación submarina determina al ENE. las islas conocidas con los nombres de Hormigas y Hormigón (A-4).

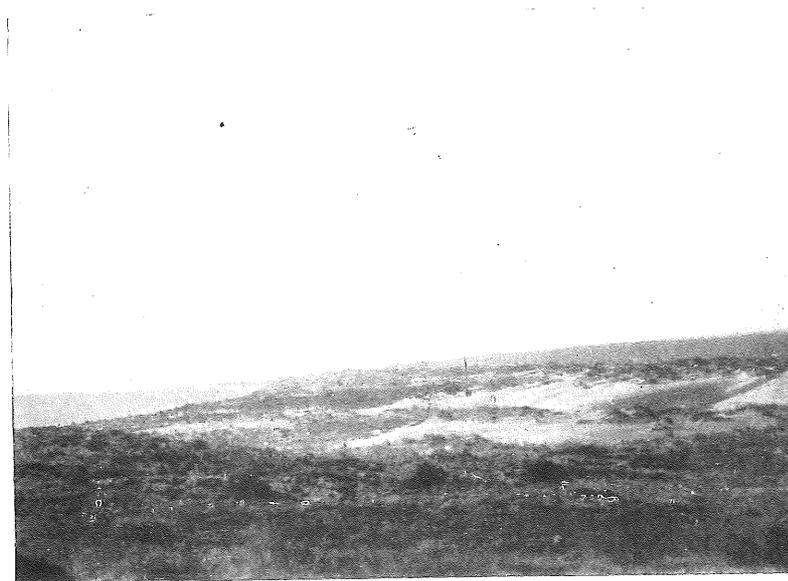
La dirección de la costa cambia bruscamente en el importante cabo peninsular, doblado el cual se hace llana y toma la dirección NNO. en la barra o *manga* del Mar Menor, faja arenosa dunar que separa el lago de aquel nombre del Mediterráneo. En la misma se encuentra la playa del Barco Perdido (A-3), que está limitada al N. por la punta de La Raja, muy próxima al borde septentrional del territorio.

A través de la citada manga se efectúa la comunicación entre el Mar Menor y el Mediterráneo por la Gola que forma la isla arenosa de los Razos, que defiende la torre de la Encañizada; canal de profundidad tan exigua que sólo pueden entrar y salir embarcaciones de pequeño calado, y aun han de aprovechar las crecidas que se producen cuando el viento sopla desde fuera.

Aquende el cordón litoral, el único accidente geográfico es el aludido Mar Menor, bella laguna de 170 kilómetros cuadrados de superficie, limitada por tierras bajas, y cuya situación y configuración dependen de los hundimientos costeros y de la regresión del mar cuaternario. La profundidad media es de siete metros, y en la mitad meridional emergen de las aguas algunos islotes hipogénicos, cuya aparición se relaciona estrechamente con las fracturas longitudinales de la sierra de Cartagena. En la zona que estudiamos sólo se encuentran las denominadas isla Redondella e isla del Ciervo (A-2).

La orografía comarcal se acentúa en el sector occidental, sobre todo en la Peña del Águila (B-1), prominencia de 397 m. de altitud, que es la máxima de la Hoja; al NE., y con cotas que varían de 107 a 349 m., aparecen otras elevaciones, cual los cabezos de Ponce, El Sabinar y La Cazolilla, que determinan un pequeño ramal no muy distante de los pueblos de El Llano y Los Blancos (B-1).

Un segundo ramal se extiende por el S., a lo largo de la costa, y viene a



*La Manga, desde Calnegre.*



*Dunas de Calnegre, en La Manga. Al fondo, la isla Grosa, hipogénica*

constituir la serreta de Cabo de Palos, la cual comprende diversas colinas de altitud decreciente a medida que se avanza hacia el Este. Las principales son: la de La Fuente (285 m.), a Poniente de la aldea de Covaticas (B-2); Cuatro Tiros (145 m.), al NE. del propio poblado; El Atalayón (188 m.), próximo a la punta Barriga, y, por último, Los Cuervos (99 m.), desde el cual baja el terreno con suavidad hasta llegar al mar.

La indicada disposición del relieve, conjuntamente con los factores climáticos, motiva que el territorio carezca de cursos acuíferos perennes, de suerte que la red hidrográfica está constituida exclusivamente por ramblas o barrancos, producto de la erosión, orientados casi siempre hacia el Mar Menor.

En el límite occidental de la zona, la rambla de La Boltada, que se origina en las cumbres de Sancti Spiritus, en la inmediata hoja de Cartagena, se encamina al Sur para desembocar en el Mediterráneo junto a Portmán, después de recoger los barrancos del Palmito, El Negro y algunos otros. En cambio, marchan hacia el Norte el barranco de Los Pajarillos, que procede del cabezo de Don Juan, y los de La Pinada, El Francés, Mendoza y El Trovador, que confluyen en la rambla del Beal, tributaria del Mar Menor.

Otro curso de interés es el barranco del Moro, profunda escotadura interpuesta en los dos ramales principales orográficos, que se une a la rambla de la Carrasquilla y vierte con ella en el Mar Menor. Asimismo, merecen citarse los barrancos de Ponce y de Los Ángeles, que forman, con otros secundarios, la rambla del Estrecho, la cual aparece como verdadera falla que separa el cabezo de San Ginés del de Los Ermitaños.

Finalmente, en la serreta de Cabo de Palos se encuentran diferentes barranquillos de corto recorrido y cierta profundidad, que surcan las trastornadas pizarras constituyentes del relieve.

Los citados cursos de agua se hallan, por lo general, completamente en seco, pero en época de lluvias se anegan de improviso y llegan a convertirse en verdaderos torrentes, de manera que por los cauces, más que una masa líquida discurre un violento aluvión de piedras y barro que arrastra cuanto se opone a su paso. De ahí que en los cruces de las carreteras no existan puentes y que se construyan badenes, a más de reforzar la vía con obras de fábrica, a fin de que aquélla no quede arrasada.

Es ésta una de las regiones españolas menos favorecidas por los meteoros acuosos, de manera que el régimen es casi desértico y se padecen sequías extraordinariamente prolongadas. La estival es, por decirlo así, un fenómeno natural y permanente, de suerte que desde principios de junio hasta septiembre u octubre, escasea tanto la lluvia que incluso muchos años falta agua para beber por haberse agotado los aljibes.

A la expresada sequía contribuye eficazmente la circunstancia de que los

vientos atlánticos llegan secos después de atravesar las altas cumbres de los sistemas béticos que hacen el oficio de condensadores. Y también que las brisas mediterráneas del Este, originariamente húmedas, pierden dicha cualidad por efecto de la intensa radiación solar. Por último, favorece la sequía el viento del Sahara o siroco (en la región «leveche»), el cual sopla del SO. y es tan cálido que en los días de la canícula hace subir a más de 40° la temperatura ambiente.

Tales son los factores determinantes del régimen pluviométrico, que ofrece como rasgos sobresalientes: un máximo principal que suele producirse en septiembre, y se anticipa al de otros otoñales de la Península; otro máximo en marzo, y el mínimo estival obligado. También es característico que a la extremada sequía de agosto suceda bruscamente el máximo de otoño, con lluvias torrenciales.

No existen observaciones pluviométricas en el territorio de la Hoja, mas, para poder formar idea de las precipitaciones en el mismo, se insertan a continuación las registradas en la próxima ciudad de Cartagena durante el último decenio publicado por el Servicio Meteorológico:

CARTAGENA (puerto)

Años	Días de lluvia	Lluvia total	Lluvia máx.
		Milímetros	en un día Milímetros
1924	42	260,7	28,0
1925	36	215,6	24,0
1926	24	118,5	24,0
1927	43	134,6	18,0
1928	51	236,2	45,0
1929	41	290,3	38,5
1930	42	216,2	38,4
1931	51	330,5	78,4
1932	51	259,8	47,9
1933	64	434,9	48,4
Década	44	249,7	78,4

Estas precipitaciones dan la nota principal del clima, que es, por excelencia, mediterráneo y ofrece como rasgo particular la limpidez y transparencia cristalina de la atmósfera, siempre azul y luminosa. El invierno es benigno, excepto cuando sopla el maestral o viento del NO., y durante el verano, las brisas frescas del mar suelen templar bastante los calores. La temperatura media es siempre superior a 16° y durante cuatro meses (de junio a octubre) excede de los 20°, hasta alcanzar en agosto el valor máximo de 26°. Los valo-

res extremos de la máxima y mínima medias, son en Cartagena de 29° y 6°, respectivamente, y la oscilación diurna posee un valor medio de 8° en todo el año.

Para precisar las condiciones del clima, se incluyen a continuación las observaciones termométricas registradas en Cartagena (puerto), correspondientes a los últimos diez años publicados por el Servicio Meteorológico:

Termómetro a la sombra.—Temperaturas

Años	Máxima	Mínima	Media mensual	Oscilación extrema
1924	36,0	0,8	18,3	35,2
1925	36,2	0,2	17,1	36,0
1926	34,2	0,0	18,1	34,2
1927	37,0	,	,	,
1928	37,0	1,8	18,0	35,2
1929	35,0	1,0	17,7	34,0
1930	34,4	1,2	18,0	33,2
1931	37,6	-2,0	17,7	39,6
1932	33,8	-0,2	16,7	34,0
1933	36,2	-1,6	16,9	37,8
Década	37,6	-2,0	17,6	39,6

La sequedad del ambiente es causa de que en las áreas incultas exista una escasa vegetación espontánea constituida por labiadas leñosas (romero, tomillo, salvia, etc.), leguminosas (albaida, coronetas), diversas compuestas, esparto, albardín (*Lygeum spartum*, L.) y boja. Viven también el mirto, murta o murtrera, la adelfa, conocida en la región con el nombre de «baladre», y el palmito (*Chamaerops humilis*, L.), palma enana mediterránea. Asimismo se encuentran algunas salsoláceas, como el salado blanco, el negro y la barrilla (*Salsola soda*, L.), que tuvo antiguamente gran importancia industrial para la preparación de casi todas las sales de sodio. Por último, en las vertientes marítimas del relieve litoral, se hallan la jara común y el ajonjolí.

La individualidad del país se refleja también en la agricultura, que es hoy la principal y más constante fuente de riqueza, a causa de la crisis de la minería. Particularmente, el terreno llano que se encuentra al Norte de la Hoja es un campo cultivado que ofrece plantaciones de olivos, almendros, higueras, algarrobos, vid y cereales. Además se hallan enteramente naturalizadas la pita (*Agave americana*, L.) y la higuera chumba (*Opuntia vulgaris*, Haw.) que, aunque de origen americano, dibujan el peculiar carácter mediterráneo.

Esta zona cuenta con alguna población, que se disemina en haciendas de campo de mediana extensión y, además, en algunos núcleos formados como

consecuencia del desarrollo que en otro tiempo alcanzó la minería. El censo y situación en la Hoja de dichos centros habitados, son los siguientes:

Pueblos	Situación	Habitantes
El Beal .....	A-1	231
El Estrecho .....	A-1	1.700
San Ginés de la Jara .....	A-1	76
Los Blancos .....	A-1	57
Los Nietos .....	A-2	43
Cabo de Palos .....	A-3	315
Portmán .....	B-1	1.159
El Llano .....	B-1	802
Los Belones .....	B-2	274
Barracas .....	B-2	155
Covaticas .....	B-2	364

La principal vía de comunicación es el ferrocarril industrial de vía estrecha que une Los Blancos a Cartagena, pasando por El Llano y El Estrecho. También existe la carretera de Cabo de Palos al Albuñón, por Los Belones, en cuyo kilómetro 9 cruza el camino vecinal de El Llano a Los Nietos. Asimismo, arranca de El Llano otro camino vecinal que empalma con el de Portmán a Los Belones, y, por último, se encuentran bastantes veredas y caminos de herradura que enlazan a los distintos centros.

## IV

## ESTRATIGRAFÍA

El estudio estratigráfico del territorio que comprende la Hoja no deja de ofrecer dificultades, pues a más de la falta de restos orgánicos en la casi generalidad de los sedimentos, es bien patente la intensidad del metamorfismo que ha modificado la primitiva naturaleza de aquéllos y estorba su cronología.

Las rocas, en efecto, han sufrido, con posterioridad a su deposición, modificaciones más o menos profundas, y si a veces no son tan intensas que ocultan los caracteres primitivos, resultan otras tan considerables que llegan a enmascararlos por completo.

Las pizarras pierden, en ocasiones, la «esquistosidad» en zonas de espesor variable; luego se hallan otras en las que los minerales son más visibles, y no faltan algunas de naturaleza arcillosa, con escasos indicios de elementos cristalinos, y aun rocas extremadamente poco cristalinas.

En las calizas se manifiesta el metamorfismo de modos diversos, según las proporciones de sílice y carbonato cálcico que encierran. A veces queda limitado a una simple marmolización, pero en otros casos se origina una asociación de minerales nuevos.

Las areniscas, aunque poco sensibles a las acciones metamórficas, se hacen pizarreñas o se convierten en cuarcitas; cuando el cemento es arcilloso, puede haber aparición de silicatos de alúmina, y si es calizo, se reproducen los fenómenos propios de las calizas.

En general, las diferentes rocas muestran tan extraordinaria variedad de caracteres, que a primera vista, y sobre todo cuando se trata de ejemplares aislados, no es sencilla su determinación. Sin embargo, al observar las relaciones estratigráficas con hiladas bien definidas, se llega a la idea de que lo

sedimentos corresponden a un corto número de sistemas, si bien no pueda establecerse en ciertos casos el límite preciso, a causa sobre todo de las alteraciones debidas al metamorfismo.

Con independencia de los asomos endógenos de distinta edad y naturaleza petrológica que cruzan los estratos, se encuentran formaciones que se atribuyen al Estrato-cristalino, Permiano, Triásico, Mioceno y Pleistoceno.

En el primero de los referidos sistemas se incluye un conjunto de pizarras de facies y composición variadas, como también las calizas cristalinas o mármoles que suelen presentarse interestratificados en aquéllas.

Atribúyense al Permiano otras capas pizarreñas, más o menos alteradas, que descansan sobre las anteriores y se hallan infrapuestas a las calizas calificadas de triásicas; dichas pizarras constituyen un horizonte distinto al de las micacitas, pues éstas aparecen sin alteraciones sensibles en los contactos con las referidas calizas.

El sistema Triásico es el que reviste la máxima importancia por la particularidad de constituir un significado horizonte metalífero en la comarca; ofrece un solo piso: el medio o Muschelkalk, representado por calizas dolomíticas o arcillosas, con gran variedad de aspectos, textura y composición, y enteramente desprovistas de fósiles. Muestran colores variables del blanco al grisazulado y negro, y con cierta frecuencia adoptan una estructura pizarreña; hasta existen casos en que el intenso metamorfismo hace completamente imposible diferenciarlas de las pizarras próximas.

El Mioceno se compone de conglomerados, margas y areniscas (moladas y psamitas) generalmente calíferas, de grano fino, tan pizarreñas a veces que determinan grandes lajas. Suelen poseer color gris más o menos oscuro, y en ocasiones encierran restos de *Tapes* y *Pholadomyas*. Tampoco faltan otras areniscas pizarreñas muy compactas, en las que abundan la arcilla y el óxido de hierro.

Finalmente, el Pleistoceno está formado por travertinos, conglomerados calizos, gravas sueltas, arenas y arcillas, sobre las que se extienden, en las zonas llanas, tierras de cultivo pardas o rojizas, originadas por descalcificación.

## ROCAS ÍGNEAS

Forman la continuación de la serie ígnea que bordea el litoral mediterráneo desde el cabo de Gata, en la inmediata provincia de Almería, y se distri-



*Isla Redondella. Formación típica de los acantilados de liparita. Al fondo, la isla Menor, también hipogénica.*

buyen en dos grandes grupos: rocas verdes de época hercíniana (diabasas y ofitas) y vulcanitas neógenas y pleistocenas (liparitas, traquitas, andesitas y basaltos).

Las masas ígneas del primer grupo determinan reducidos asomos de estructura variable, que se confinan, por regla general, en las calizas supuestas triásicas o en los contactos de ellas con las pizarras. No constituyen alineaciones definidas, pero los afloramientos siguen frecuentemente en su dimensión más alargada el rumbo NO.

Entre las calizas triásicas del barranco de los Pajarillos (B-1) se encuentra un dique de diabasa, de más de 20 metros de potencia, que sigue el indicado rumbo, y en el del Palmito se advierte otra roca descompuesta que ofrece cierta tendencia a la textura ofítica en la trama de los fenocristales de feldespato; debe de tratarse de una diabasa sumamente alterada, en la cual no es posible determinar la naturaleza del piroxeno.

En el cabezo del Beal (A-1), la misma roca, también muy descompuesta, está formada por grandes cristales de cuarzo, feldespato labrador, extraordinariamente alterado, y vestigios de elementos ferromagnesianos que se han transformado en abundante hematites. En la mina «Santa Filomena» forma contacto con el criadero de hierro manganesífero existente, y contiene andesina, piroxeno completamente uralitizado y abundantes agrupaciones de limonita.

En el cabezo de San Ginés (A-1) aparecen tres afloramientos arrumbados al NO., entre las calizas triásicas: uno en la vertiente norte, otro en la oriental y otro en el fondo del barranco de la mina «Haití». La diabasa, bastante descompuesta, posee cristales de plagioclasa, piroxeno augita transformado en clorita y abundante limonita.

Otro asomo diabásico, orientado en cambio de SO. a NE., cruza las micacitas del Estrato-cristalino del cabezo de los Nietos (A-1), y se sitúa en la superficie, entre el Mioceno y la caliza triásica; la masa presenta textura ofítica y se integra de feldespato labrador y abundante clorita, debida a la propilitización de los elementos ferromagnesianos.

En los declives nordorientales del cabezo de Ponce (B-1) se manifiestan, asimismo, algunos apuntamientos de diabasa que perforan las pizarras; corresponden a una variedad cuarcífera, con vetas de calcita y textura ofítica.

Igualmente se advierten otros afloramientos ofíticos en la loma de Mendoza, rambla de la Boltada y colina donde se encuentra el faro de Portmán (B-1). En el primero de dichos lugares, la roca, sumamente alterada, está constituida por feldespato descompuesto, aunque por sus caracteres puede clasificarse como labrador, augita mejor conservada y, finalmente, cristales de limonita bronceados por el leucoxeno. En el faro de Portmán la diabasa se

halla también bastante descompuesta; los feldespatos han desaparecido, transformándose en caolín y dipiro, y la augita se ha convertido en uralita fibrosa; hay además magnetita y hematites procedentes de la destrucción de los minerales ferromagnesianos.

Las coladas terciarias se manifiestan en diversos puntos, bien superficialmente, ora bajo la forma de diques, lacolitos y apófisis que no han llegado al exterior. La naturaleza de los magmas varía con la situación geográfica de los lugares de aparición, y así se advierte de NE. a SO. una gradación liparita; traquita, andesita, originada por la substitución del magma feldespático alcalino con cuarzo, por el mismo feldespático, sin cuarzo, y finalmente por el calco-sódico, también sin cuarzo. La ascensión de estas vulcanitas se habrá verificado, por consiguiente, de E. a O. y daría comienzo por las liparitas, que son las rocas más ácidas; seguirían después las traquitas y, por último, vendrían las andesitas.

La textura de todos los magmas indica que la consolidación no debió, en general, efectuarse al aire libre y, por lo tanto, si en la actualidad aparecen al descubierto, es a consecuencia de la denudación de los terrenos superpuestos.

Al NE. del collado de la Tinaja, en la mina «Matildes» (A-1), aparece una liparita formada por hermosos fenocristales de cuarzo y apatito, con otros de feldespatos alterados y biotita transformada parcialmente en clorita. La matriz, por su textura y composición, se asemeja a la de las liparitas de Kraken.

En las islas Redondella y del Ciervo, únicas que corresponden a la Hoja de las existentes en el Mar Menor (A-2), se encuentran también liparitas típicas, un poco celulares, compuestas de fenocristales de cuarzo, sanidino, labrador y anortita, acompañados de otros de piroxeno. En las de la isla Redondella abunda la enstatita, escasea la augita y la matriz muestra microlitos de andesina, otros menos frecuentes de augita y agujas de apatito.

En las de la isla del Ciervo, los fenocristales, más bien pequeños, de piroxeno rómbico, son pleocroicos y se aproximan a la hiperstena. La matriz contiene bastante vidrio.

En Calnegre, junto al límite septentrional de la Hoja y en la misma manga del Mar Menor (A 2), se elevan dos pequeñas colinas hipogénicas, en las cuales se presenta la roca dividida en prismas, por efecto, probablemente, de las presiones. Dicha circunstancia ha favorecido la descomposición por los agentes exógenos y, así, se ha originado un conglomerado de gruesos fragmentos, a los que cementa la misma roca descompuesta. Ésta es una liparita análoga a las anteriores, formada por fenocristales de cuarzo, sanidino, andesina e hiperstena, en una matriz microlítica de los propios elementos, con bastante vidrio,

## ESTRATO-CRISTALINO

Forma el basamento de los demás sistemas, y se compone de micacitas, pizarras arcillo-silíceas y calizas cristalinas, cuyas propiedades varían según las proporciones en que intervienen los elementos constituyentes. Las micacitas poseen generalmente color oscuro y se exfolian con facilidad; a veces son granatíferas, de fractura plana y color gris claro. En conjunto presentan, aun en lugares próximos, grandes variaciones de dirección y buzamiento, y no es raro verlas completamente retorcidas, con inflexiones irregulares y violentas.

Otras pizarras son cloríticas, de tono verdoso, y su estudio petrográfico nos ha hecho ver que se componen de cuarzo, clorita muy alterada, algo de mica, esteatita y caolín. A veces la abundancia de sílice llega a convertirlas en cuarcitas, y hay casos en que la mica queda substituída por la hornablenda y se originan anfibolitas de estructura fibrosa y color verde claro.

Las calizas cristalinas, aunque ordinariamente poseen pequeña extensión superficial, revisten cierta importancia desde el punto de vista de la tectónica y metalogénica. Se presentan, con pronunciada estructura lenticular, en fajas de poco espesor, interestratificadas en las micacitas, y son visibles particularmente en las laderas donde aparecen cortadas las capas. Asimismo afloran en algunos puntos en que los estratos se aproximan a la superficie, doblados en los anticlinales que la denudación ha puesto al descubierto.

En diversos puntos hacen aparición algunas calizas de clasificación dudosa, que cubren a las micacitas en estratificación concordante, pero la presencia en ellas de la mica y la asociación de las rocas a las pizarras granatíferas, inclinan a asimilarlas a los cipolinos arcaicos.

En el cabezo de Don Juan (A, B-1) las pizarras estrato cristalinas, más o menos alteradas, se dirigen de Sur a NE. e inclinan 15° al SE. En el Estrecho de San Ginés, las micacitas están arrumbadas al N.-25°-O. con tendido de 10° al SO., y existen, además, cuarcitas micíferas con orientación poco diferente, aunque buzan 35° en sentido contrario al de las primeras.

En el Puntal, cerca del Rincón de San Ginés (B-1), aparecen entre las láguenas ciertas pizarras blanquecinas y descompuestas, con otras de aspecto de filadios satinados. Al NE., y en el cabezo de los Nietos (A-1), las pizarras se dirigen al N.-20°-O. y ofrecen fuerte inclinación de 85° al NE.

En la vertiente septentrional del cabezo de Ponce (B-1), se ven mármoles y

micacitas más o menos alteradas. Este cabezo es un sinclinal en el que los estratos de la citada vertiente se dirigen de SO. a NE. y buzan 10° al SE., en tanto que los de la ladera sur aparecen orientados de Este a Oeste e inclinan 10° al Norte. Las pizarras de esta vertiente meridional se hallan concordantes con los mármoles.

En la loma del mismo nombre se asocian las pizarras sericíticas a otras micáceas que suelen alterarse, y a Poniente, en el collado de la Noguera (B-1), asoman las cuarcitas micáceas con buzamiento al Este, superpuestas a los mármoles. Asimismo se observan en esta zona micacitas y calizas cristalinas en islotes reducidos.

En el collado de Hércules (B-1) hay también micacitas muy dobladas y calizas cristalinas que siguen la dirección NO.-SE. con inclinación de 40° al SO. No lejos, en la loma de Mendoza, las pizarras se hallan muy cargadas de sílice.

En la rambla de la Boltada, próxima al pueblo de Portmán (B-1), las pizarras micáceas se alinean al S.-30°-E. con tendido de 55° al SE., y se asocian a cuarcitas alteradas y a otras pizarras descompuestas de dirección E.-20°-N. e inclinación de 40° al SE.

Desde el faro de Portmán hasta el cabo de Palos, el Estrato-cristalino se extiende sin solución de continuidad por toda la costa. Superficialmente las micacitas se muestran en general blandas, hojosas, con matiz oscuro, y alternan con otras cuarzosas, granatíferas, de color gris y brillo sedoso. Suelen estar estas rocas cruzadas por vetas de cuarzo, y en algunos sitios domina tanto el elemento silíceo que se convierten en verdaderas cuarcitas de grano muy fino.

A Levante del faro de Portmán (C-1), las pizarras presentan todas las gradaciones, desde satinadas a terrosas, y poseen las más distintas direcciones y buzamientos; a veces ofrecen intercalaciones de mármoles que siguen el mismo rumbo que aquéllas.

En la llamada Loma Larga (B-1), las referidas rocas contienen inclusiones de pirita de hierro y determinan anticlinales cuyo eje sigue la dirección N.-S. También en las Cenizas las micacitas, muy trastornadas, entre las que aflora un horizonte de mármoles con buzamiento al Norte, se acompañan de cuarcitas, alineadas en general de NO. a SE. y con inclinación de 20° al SO.

Iguales estratos se observan en el cabezo de Simarro (B-1), afectados de grandes cambios estratigráficos en la ladera norte. Las micacitas coronan el cabezo arrumbadas al N.-15°-O. con tendido de 25° al SO., y en diversos lugares asoman, entre las cuarcitas y pizarras, algunos mármoles de dirección N.-20°-E. y buzamiento de 20° al NO.

En el cabezo de Enmedio (B-1) las micacitas, con mármoles intercalados,

afloran infrapuestas a las calizas del Triás, y en Las Zorreras alternan con cuarcitas muy plegadas, que coronan la eminencia.

Al N. del cabezo de la Fuente (B-2) destacan las calizas marmóreas, que se alinean al S.-30°-O. con 30° de inclinación al SE., y en la ladera SO. reaparecen en un delgado lecho interestratificado en las micacitas.

En el cabezo de la Higuera, próximo a La Jordana (B-2), adoptan las micacitas direcciones y buzamientos muy variables. En las lomas del Torreón (B-2) las pizarras son muy fisiles y aparecen con abundante cuarzo, sericita y algo de moscovita. Estas mismas rocas, en lechos más o menos delgados, ofrecen grandes trastornos en la playa de Calblanque.

Al pie de las lomas de Benzal las cuarcitas siguen el rumbo N.-20°-E., con tendido de 10° al ONO., y en el cabezo del Sabio aparecen pizarras cloríticas entre mármoles y láguenas.

Forman las micacitas un gran anticlinal en el Talayón (B-2), integrado exclusivamente por tales rocas, mientras que al S. del cabezo de los Conesas (B-2) determinan pliegues recostados, cuyo eje inclina 35° al Oeste. Estos trastornos deben de ser hercinianos, en tanto que los saltos y resbalamientos que también se observan corresponden seguramente al diastrofismo alpídico.

En el cerro de los Cucones (B-2), las pizarras alteradas, de color pardo o rojizo, se alinean al O.-15°-S., con inclinación de 30° al SE., y en el de Los Cuervos siguen manifestándose las propias rocas por debajo de las láguenas.

En la costa sur del cabo de Palos las micacitas siguen la dirección N.-10°-O. con tendido de 5° al SO., y en la base del cerro donde se encuentra el faro se las ve aflorar bajo las calizas del Triásico.

En los islotes Hormigón y Hormigas, situados en el Mediterráneo al NE. del cabo, reaparecen las calizas del sistema, que son marmóreas, ofrecen gránulos microlíticos de calcita y están surcadas por pequeñas vetas del propio mineral.

## PERMIANO

Incluímos en este sistema un conjunto de capas pizarreñas y algunas areniscas, que descansan sobre el Estrato-cristalino y cuya cronología exacta no es sencilla a causa de la falta de fósiles, así que no pueden menos de existir ciertas dudas respecto a su verdadera edad.

Estas capas, lo mismo que las del complejo que caracteriza a otras sierras

del SE. de España, han sido atribuidas a períodos muy diversos por los geólogos que las han estudiado. Ricardo Guardiola las supone estrato-cristalinas; F. Naranjo, A. Pernolet y R. Amar de la Torre, las consideraron paleozoicas, en general; R. Pellico y H. M. Willkomm, las creyeron silurianas; C. de Prado, devonianas; A. Maestre, carboníferas; J. Gonzalo y Tarín, J. Pie y Allúe y F. B. Villasante, las han clasificado como triásicas.

En los últimos tiempos, los geólogos, aun sin argumentos paleontológicos, las atribuyen al Permiano, fundados, unas veces, en razones estratigráficas, y otras en la semejanza con ciertas formaciones de África del Norte, que corresponden, sin duda, a tal período.

Este interesante punto de vista no es, en modo alguno, original, pues hace cerca de un siglo, el insigne ingeniero F. de Botella señaló sagazmente las diferencias existentes entre las aludidas capas, a las que asignó edad permiana, y las de igual naturaleza litológica que aparecen en la provincia de Albacete y son claramente silurianas. Criterio este que comparten Villanueva y A. Massart, el cual incluye asimismo en el Permiano los demás estratos pizarreños de la comarca.

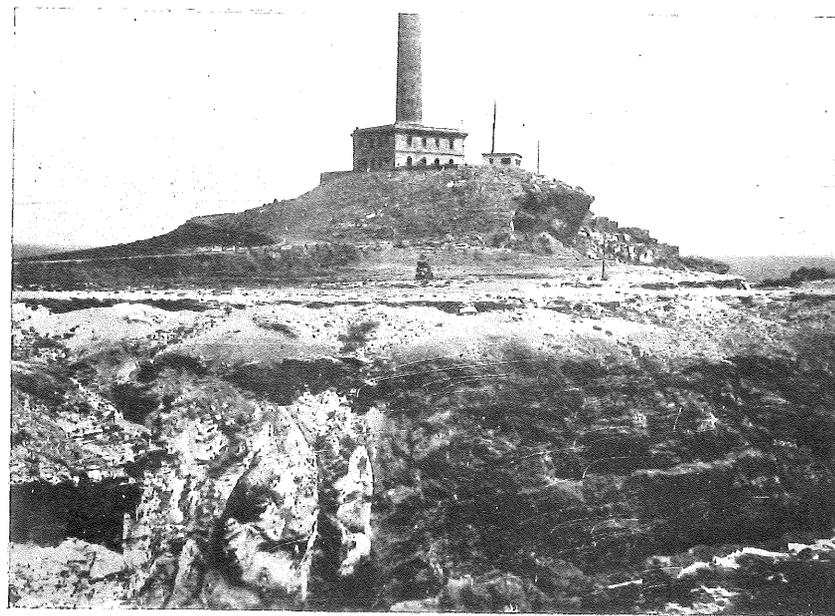
Los sedimentos que nos ocupan, constituyen desde luego un horizonte distinto del de las micacitas y pizarras cloríticas del Estrato-cristalino, y aunque en bastantes ocasiones, la concordancia y subordinación que presentan a las calizas supuestas triásicas no dejan de engendrar algunas dudas, a nuestro parecer, los indicios que ofrecen de textura cristalina los alejan de los materiales del Trías. Creemos, pues, que los estratos son más bien permianos que triásicos, de conformidad con las opiniones últimamente señaladas.

La composición del sistema no es, en la comarca, muy complicada: pizarras arcillosas y margas de color violado o de heces de vino; pizarras micáceas grises o verdosas, menos abundantes; areniscas amarillentas micíferas o arcillosas, y, finalmente, cuarcitas que aparecen en niveles aislados. Originariamente sólo debió de existir un tipo de pizarras, mas las transformaciones producidas por acciones secundarias y el metamorfismo hidrotermal, han creado gran variedad de tipos que se muestran desordenadamente con todas las coloraciones, desde las pizarras deleznable, de tonos violáceos, que se descomponen en «láguenas», hasta las de color verde claro.

Es difícil representar en la Hoja las formaciones que consideramos, diferenciándolas de las estrato-cristalinas y triásicas, pues se hallan las capas tan trastornadas, entremezcladas y revueltas que no cabe establecer el deslinde. Aunque a veces aparecen adosadas a las pizarras del Estrato-cristalino, lo más general es que se hallen infrapuestas a las calizas triásicas, y afloren, debajo de las mismas, en los cortes naturales que han producido el diastrofismo o la denudación.



*Extremo del cabo de Palos (Estrato-cristalino y Triásico). Al fondo, los islotes de las Hormigas, del Estrato-cristalino.*



*Terrenos inmediatos al faro de cabo de Palos (Estrato-cristalino y Triásico).*

Las pizarras laguenosas están constituidas por abundante cuarzo, alguna sericita, magnetita, caolín, turmalina, zircón y óxidos de hierro y manganeso, que les imprimen el color morado. Ofrecen a la vista todas las gradaciones del metamorfismo y, por descomposición, dan origen a las llamadas «láguenas», denominación debida a los mineros que, procedentes de Gádor, fueron a trabajar a la sierra de Cartagena.

Tales láguenas están formadas por bastante cuarzo, biotita alterada, caolín y los óxidos de hierro y manganeso que las tiñen. Suelen hallarse superpuestas a las pizarras arcaicas, pero tan confusamente que apenas puede apreciarse la superficie de separación entre ambas. En el contacto con las calizas triásicas inmediatamente superiores, se alteran con frecuencia, pierden el color y adquieren un tinte amarillento.

Las referidas calizas del Triásico descansan, en algunos lugares, sobre cuarcitas permianas, en las que se intercalan desordenadamente las láguenas.

En diversas zonas del cabezo de Don Juan (A, B-1) se advierten isleos triásicos que recubren a las láguenas, y en el de San Ginés asoman las últimas orientadas al N.-25° E., con buzamiento de 20° al SE. No faltan tampoco pizarras laguenosas, dirigidas de NO. a SE., que se hallan casi verticales.

En el collado de la Lucía, próximo al Rincón de San Ginés (A-2), aparecen igualmente las pizarras laguenosas que siguen el rumbo E.-5° N. e inclinan 25° al NO. En cambio, en el cabezo de los Nietos, dichas rocas están dispuestas verticalmente y siguen la dirección Norte-Sur.

Vuelven a presentarse las láguenas en el collado de Hércules, donde se alinean al O.-20° S. con tendido de 40° al SE., y asimismo aparecen en la loma de Mendoza, en la que se adoptan orientaciones y buzamientos algo variados. Igualmente se observan en la Peña del Águila, situada más al Sur (B-1), en la cual han quedado muy afectadas por los plegamientos.

En el Engarbo (B-1), por debajo de las calizas del Trías, asoman las láguenas cortadas por una falla local que las ha puesto en contacto con las micacitas, y en la rambla de la Boltada un corrimiento las deja aflorar también, recubiertas por dichas calizas. Del mismo modo, en el collado del Moro se encuentran las láguenas plegadas bajo el Triásico, y a causa de otra falla quedan en contacto con las cuarcitas estrato-cristalinas alteradas.

En Las Cenizas (B-1) aparece, entre el Trías y las micacitas arcaicas, una estrecha faja de láguenas que se orientan al O.-15° N. con inclinación de 65° al NE., y en el faro de Portmán alternan caprichosamente con otras pizarras grises claras, y siguen la dirección N.-10° E. con un pequeño buzamiento de 10° al NO.

En el cabezo de Enmedio las pizarras laguenosas quedan recubiertas por travertinos y derrubios pleistocenos, y en el del Sabio se percibe bien el con-

tacto con las calizas del Triás. Más a Levante, en el cabezo de la Higuera, cerca de La Jordana (B-2), al pie de las mismas calizas, recubre el travertino a las láguenas, y al NE. del propio cabezo asoman las últimas, alineadas de SO. a NE., con una inclinación de 30° al SE.

En Calblanque (B-2) se manifiestan, por último, las láguenas con dirección N.-20°-E., y al pie del faro de cabo de Palos (A-3) es tal el estado de alteración que no es fácil discernir la estratificación, desde luego bastante variable.

## TRIÁSICO

Está representado exclusivamente por calizas dolomíticas poco arcillosas, con gran variedad de aspectos, textura y composición, rocas que revisten particular interés por constituir un horizonte de los yacimientos metalíferos de la comarca.

Las aludidas calizas son de muy difícil clasificación estratigráfica, porque a más de encontrarse enteramente desprovistas de fósiles, ofrecen casi siempre un metamorfismo tan intenso que llega hasta impedir la diferenciación de las pizarras próximas en determinadas ocasiones. Pudieran bien ser paleozoicas, como señaló el ingeniero F. de Botella, mas la semejanza de facies con las de la sierra de Gádor, que encierran fósiles triásicos, y con las calizas de fucoides de Alicante y Mallorca, ha hecho incluirlas reiteradamente en el Triásico medio o Muschelkalk. Esta atribución no es, pues, absolutamente segura, y no existe razón definitiva para afirmar rotundamente que pertenezcan al referido piso.

Alcanzan, en conjunto, las calizas espesores que exceden de 200 metros y forman bancos de alguna potencia, o lechos delgados que alternan con los anteriores. La forma de yacer es siempre la misma, circunstancia que las diferencia de las calizas cristalinas. Aparecen, en las cimas o laderas de los cabezos, apoyadas sobre las pizarras permianas concordantes en la mayoría de los casos, o bien se amoldan a las superficies redondeadas del Estrato-cristalino, sobre el cual descansan en discordancia.

Algunas veces presentan una fragmentación característica que impide observar la estratificación, pues las fisuraciones enmascaran los planos de junta. Esta estructura particular se observa principalmente en las vertientes de la rambla de la Boltada (B-1), cercana al pueblo de Portmán.

Las calizas dolomíticas suelen ser compactas, de fractura concoidea, aunque en ocasiones muestran cierta textura cristalina, que es debida al metamorfismo regional y se manifiesta en el contacto o la proximidad de las intrusiones de rocas diabásicas. Otras veces poseen un aspecto tan pizarreño que produce confusiones con las rocas inmediatas, y en ciertos casos forman brechas compactas, de color pardo o gris, que están constituidas por fragmentos de caliza con cemento de la misma naturaleza, y no son otra cosa que milonitas originadas por las grandes presiones estáticas.

La coloración de las dolomías es muy variada: negra, gris, parda, amarillenta, roja y hasta violada. Los tonos grises y azulados coinciden muchas veces con la textura cristalina.

Al Norte de la falla longitudinal que desde El Estrecho se dirige a Calnegre, se hallan el Triásico y el Permiano, sobre el zócalo cristalino de pizarras y mármoles, como restos del anticlinal primitivo que formaron las capas y que ha sido después roto y hundido; son los cabezos del Beal, San Ginés y mitad NO. del de Los Nietos. En la primera de estas elevaciones, adoptan los estratos las direcciones E.-O. y N.-S., con inclinaciones variables de 15 a 40° y buzamientos al Norte, Sur y Este, mientras que en San Ginés aparecen diversos tipos: bancos potentes orientados al SE., con inclinación de 40° al NO.; calizas brechoides de color oscuro, casi negro, y calizas tabulares. Y en el cabezo de los Nietos, apoyadas las calizas en discordancia sobre las micacitas, siguen la dirección N. 20°-E. con buzamientos de 15 a 45° al SE., aunque hay otras arrumbadas al O.-25°-N. con tendido de 10° al SO.

Al Mediodía de la falla expresada, las calizas triásicas determinan, en el cabezo de Don Juan, un isleto en el que ofrecen distintas inclinaciones con tendido al NE., y sobrepuestos a lechos pizarreños, se ven asimismo gruesos bancos que se orientan de SO. a NE. y buzan 30° al SE. No faltan otros tipos calizos muy alterados por las intrusiones de diabasa.

A Levante del collado de la Noguera vuelven a encontrarse las calizas en el cerro del Sabinar (B-1), en el cual se arrumban los gruesos bancos de Este a Oeste o al O.-20°-S., con inclinaciones respectivas de 10 y 25° al Mediodía y al SE.

En el collado de Hércules aparecen, junto a los tipos ordinarios, otras calizas pizarreñas que se superponen a las láguenas permianas y se dirigen al O.-10°-S., con buzamiento de 45° al SE. En la loma de Mendoza, apoyadas también sobre las láguenas, se orientan las calizas pizarreñas al S.-20°-E., con tendido de 20° al NE., y en el barranco del mismo nombre presentan múltiples variaciones estratigráficas.

Igualmente aparecen en El Engarbo dolomías muy dobladas y rotas, en estratificación variadísima, que descansan sobre las láguenas. En la base se

observan algunas brechoides, por encima, vienen otras de tipo pizarreño y, en la coronación, se hallan calizas negras. En la vertiente meridional, los estratos se arrumban de E. a O., con buzamiento de 20° al S., pero también hay otros dirigidos al S.-15°-E., con fuerte inclinación al SO.

En el cabezo de la Primavera (B-1), el Triásico se superpone a las micacitas estrato-cristalinas con intercalaciones de mármoles, y los estratos están cortados por una falla a más de hallarse atravesados por un dique diabásico que los separa del Mioceno subyacente.

Las mismas calizas muestran en la Peña del Águila (B-1) grandes cambios de dirección y buzamiento, y allí se apoyan en discordancia sobre las micacitas y pizarras talcosas. Están acompañadas de otras brechoides, que se dirigen al O.-20°-S. e inclinan 20° al SE.

Más al Mediodía, en la rambla de la Boltada, las propias rocas y las láguenas, descansan sobre calizas pizarreñas que corresponden estratigráficamente a un nivel superior, y ello es debido a un corrimiento que ha ocasionado la superposición anormal; además, se fragmentan las calizas en grandes bloques que parecen sumergirse en las pizarras, todo lo cual se halla en relación con los hundimientos pliocenos.

Como en tantos otros puntos, en el collado del Moro las dolomías triásicas descansan sobre las pizarras sericiticas turmaliníferas y buzan con el terreno en todas las vertientes, adaptándose a sus formas. En algunos puntos muestran indicios de cristalización, y en otros son negras y brechoides.

Las mismas capas se orientan en el Puntal al NO., con inclinación de 28° al NE., pero aquí se apoyan sobre pizarras láguenasas.

Desde Portmán al cabo de Palos, el Triásico forma manchas que corresponden a algunos cabezos, como los de la Fuente y La Jordana, y los menos importantes de la Zorrera, la Raja, el Sabio, Los Conesas, los Cucones y Las Palas. Al pie del faro de Portmán hay un pequeño isleo donde las calizas descansan sobre las láguenas, en tanto que en los cabezos de la Fuente y el Sabio se hallan superpuestas a las micacitas.

En el cabezo Negro, el Muschelkalk se apoya también sobre micacitas, bajo las cuales yacen mármoles brechoides; las capas se arrumban al SO., con buzamiento de 25° al NO., pero ofrecen varios cambios de dirección.

En el cabezo de la Higuera, las calizas negras con vetas de calcita se alinean al E.-20°-S. y S.-20° O., con inclinaciones de 15 a 20° al NE. y SE., respectivamente, en tanto que en Las Palas siguen la dirección E.-25° S., con tendido de 25° al Norte.

Las calizas de la base se apoyan, en Las Cenizas, directamente sobre las láguenas, y frente al barranco próximo, que es una fractura, determinan un potente farallón.



*Calnegre. Areniscas postmiocenas.*

En último extremo, señalemos que el faro del cabo de Palos se encuentra sobre un montículo de caliza triásica, cuyas capas, superpuestas a las lágneas, inclinan hacia el mar.

## MIOCENO

Superficialmente determina el isleo de los cerros de la Pilica y Ponce, y otros muchos menos importantes, como los de El Estrecho, cabezo de los Nietos y cerro de la Fuente, pero sin duda se extiende al Norte del territorio, bajo las tierras de labor pleistocenas, apoyado sobre el Estrato cristalino y el Triásico.

El sistema está representado principalmente por conglomerados de base, sobre los que descansan areniscas pizarreñas muy compactas, arcillosas y ferruginosas, con facies de Flysch. El acentuado metamorfismo producido por los agentes mineralizadores que han contribuido a formar los criaderos próximos, les ha impreso tal aspecto de antigüedad que el ingeniero R. Pellico las incluyó en el Siluriano superior, y F. de Botella creyó que eran permianas. Los caracteres exteriores las asemejan, efectivamente, a las pizarras de aquellas formaciones, pero es indudable que alternan con otras hiladas similares a las de Borricón, en la inmediata hoja de Cartagena, las cuales contienen restos de *Tapes*, *Pholadomyas* y otras especies de edad terciaria. Además, el ingeniero A. Fernández y M. Valdés encontró en los estratos de Ponce diversos coralarios y varios ejemplares de un pectínido, considerado por J. Gavala como *Pleuromectia cartaginensis*, nov. sp., y ello hizo atribuirlos al Mioceno. Sin embargo, el estudio de nuevos ejemplares recogidos en la mina «Neptuno» por el reputado geólogo francés P. Fallot, le hace determinar la especie como *Parnamussium samiradiatus*, Mayer, circunstancia que, a reserva del descubrimiento de nuevos fósiles más característicos, pudiera señalar una edad acaso oligocena.

La reducida mancha del Estrecho de San Ginés (A-1) está formada por areniscas, dispuestas en capas que se alinean de NO. a SE., con inclinación de 20° al NE.; y en el cabezo de los Nietos, las mismas capas, rodeadas por el Triás, descansan sobre las micacitas.

En el collado de Hércules las referidas areniscas se hallan orientadas de Este a Oeste, con tendido de 30° al S., y en el barranco de Méndoz, además

de ellas, aparecen margas que siguen la dirección O.-20°-E. e inclinan 30° al Nordeste. En la loma del mismo nombre hacen aparición los conglomerados de base, alineados al E.-19°-S, con buzamiento de 20° al NE., y sobre los mismos hay margas y areniscas que se arrumban al E.-20°-N, y buzán al SE., con inclinación de 30°.

En el cabezo de la Pilica (B-1) se observa, asimismo, un conglomerado en la base de un banco de margas con impregnaciones ferruginosas, y además otras margas alteradas que se dirigen al N.-10°-O. y buzán al NE., con 30° de inclinación. En concordancia con ellas se ven areniscas micáceas a más de otras margas que aparecen, por porciones, onduladas o alabeadas.

En Ponce (B-1), yacen sobre el Triásico los conglomerados miocenos de base, formados por gruesos elementos de pizarra, mármol y caliza, y sobre los mismos se asientan las areniscas, orientadas al S.-25°-E., con inclinación de 25° al SO. En el barranco de igual denominación se ven, apoyadas sobre los conglomerados, las areniscas y, por encima, las margas. Al Levante del barranco, las areniscas suelen ser muy arcillosas y, por otra parte, presentan abundantes dendritas de manganeso como manifestación de los criaderos existentes en aquella zona. Las capas miocenas se arrumban en la Loma al N.-15°-O. y buzán al NE. con 20° de inclinación.

Al O. del cabezo de la Fuente (B-2) las molasas, con dirección S.-30°-E. y tendido de 15° al NE., forman un reducido isleto de 10 a 12 m. de diámetro, situado sobre una colina coronada por calizas.

Finalmente, en la manga del Mar Menor, junto al límite septentrional de la Hoja (A-2), aparecen unas areniscas bastante duras y de aspecto variado, que forman bancos arrumbados al N.-30°-O., con buzamiento de 15° al NNE.

## PLEISTOCENO

Ocupa principalmente las zonas bajas y llanas del territorio, pero hay casos en que aparece en lo alto de algunos cerros, como el del Engarbo. Es de facies continental y está representado por travertinos, conglomerados calizos, gravas sueltas, arenas y arcillas, sobre las que se extienden tierras de cultivo, pardas o rojizas, originadas por descalcificación.

El travertino, de color rosado o blanquecino, forma lastrones de 0,20 a 2 metros de espesor, es compacto o terroso y muchas veces presenta, cerca de la

superficie, concreciones de carbonato cálcico debidas a fenómenos de infiltración.

En las laderas de algunos cerros se advierten, a más de los travertinos, conglomerados calizos a los que sirve de cemento el carbonato incrustante formado a expensas de los primeros. Estos conglomerados encierran a veces restos de gasterópodos terrestres, como el *Helix (Fructicolica) hispida*, Lin., y *Paludina diluviana*, Kunt., ambos del Pleistoceno medio.

En el sector llano del territorio, al Mediodía del Mar Menor, además de los travertinos existen mantos discontinuos de cierto espesor, que han nivelado las desigualdades del terreno, y solamente destacan las colinas constituidas por formaciones más antiguas.

Los depósitos pleistocenos han sido arrastrados desde la sierra por las aguas superficiales, que los han esparcido en el sinclinal producido por los movimientos alpidicos, y a causa de este origen no pueden contar con estructura uniforme ni poseen espesores iguales y continuos, de suerte que aunque en determinadas ocasiones puedan encontrarse indicios de estratificación, no son de gran corrida.

El tamaño de los elementos que forman los mantos sufre bastantes variaciones, y así, mientras algunos alcanzan cierto volumen, otros son mucho más finos por haberse depositado en condiciones diferentes. También varía bastante el espesor del sistema de unos lugares a otros, pues los materiales detríticos han venido a depositarse sobre un suelo en el que existen sinuosas desigualdades.

Las diferencias que se advierten en la naturaleza y volumen de los elementos, lo mismo que en su distribución, atestiguan los cambios climatológicos verificados en la época. En los comienzos de ésta debió existir una variación de clima que originaría extraordinaria actividad de las precipitaciones atmosféricas y, como consecuencia, serían importantes las corrientes superficiales; y acaso las lluvias no se repartiesen uniformemente a todo lo largo del año, sino que, por el contrario, se producirían circunstancial y violentamente, como acontece en nuestros días. Más tarde, después de dulcificado el clima, comenzaría el régimen actual con arrastres insignificantes en comparación con los de los primeros tiempos.

La edad de los depósitos disminuye, como es lógico, a medida que se hallan estratigráficamente más altos, de modo que los más modernos son los superficiales que constituyen buenas tierras de labor, a causa de los cambios de composición de las rocas originarias y del predominio de elementos poco coherentes.

En el sector situado al Norte de San Ginés y Los Belones hasta el Mar Menor (A-1, 2), bajo la tierra vegetal arcillo-arenosa se encuentran mantos de

arcilla, arena y cantos de no gran tamaño, y en los alrededores del cabezo de San Ginés aparece el conglomerado de elementos calizos con cemento de igual naturaleza.

También aparece este mismo conglomerado en las faldas oeste y sur del Engarbo, descansando sobre las micacitas del Estrato-cristalino, y la vertiente septentrional del cabezo de Simarro (B-1) está cubierta hasta la cúspide por un depósito de derrubios de 25 a 30 metros de espesor, que oculta a las micacitas cuarcitosas.

En la loma de Mendoza se hallan, asimismo, unos conglomerados constituidos por fragmentos laguenosos, a los que une la caliza producida por acción infiltrante.

El poblado de Las Cobaticas (B-2) se halla edificado sobre un buen espesor de aluviones, en el que la rambla de aquel nombre ha abierto su profundo cauce, y no faltan las lastras de travertino.

Este último se extiende por las superficies en declive de La Jordana (B-2), donde recubre grandes bloques de dolomía triásica, y puede advertirse que la caliza incrustante envuelve los fragmentos de las pizarras sobre que se apoya.

Cerca de la playa de Calblanque hay una brecha de derrubios de micacita, unidos por cemento arcillo-calizo, por encima de la cual vienen tierras rojas que soportan fragmentos de pizarras o conglomerados tobáceos, ferruginosos. En algunos puntos las tierras rojas descansan sobre el travertino, y en la misma playa existen tobas arenáceas que se descomponen en materiales sueltos e inician la formación de dunas.

En el montículo donde se levanta el faro del cabo de Palos (A-3) aparece la caliza incrustante apoyada sobre tierras rojas, y bajo ellas una brecha de pizarras y tierras, superpuesta, a su vez, a las micacitas.

Por último, en la barra del Mar Menor, cerca de la abandonada casa de Carabineros, se encuentran areniscas poco coherentes que determinan estratos horizontales de pequeño espesor, situados a unos 30 metros por encima del nivel de las aguas. Esta formación pleistocena viene a confirmar el levantamiento costero, durante el Cuaternario, que señalan las diferentes playás colgadas del litoral alicantino.

## V

## TECTÓNICA Y OROGENIA

Si se consideran las relaciones existentes entre los diferentes elementos tectónicos de la Hoja, pueden esbozarse los principales rasgos de la estructura y la sucesión de fenómenos que han originado la actual disposición de los terrenos.

Se eleva sobre la llanura del territorio un conjunto orográfico que corresponde a las postreras ramificaciones orientales de la sierra de Cartagena, la cual constituye un anticlinal permotriásico, disimétrico, de núcleo estrato-cristalino, que es prolongación del de la sierra Nevada, y se halla roto en el flanco sur, el hundimiento del cual ha originado los acantilados casi verticales que aparecen en la costa.

El referido anticlinal ha sido fragmentado en sus pliegues secundarios por diferentes paraclinas de patente significación tectónica, que señalan reiteradas acciones diastróficas comenzadas en la época herciniana.

Aunque las formas externas y la disposición de los elementos muestran una fracturación reticulada, la impresión general es la de pliegues paralelos, de dirección OSO. a ENE., afectados por dislocaciones longitudinales y fallas transversales que corresponden a depresiones de dirección normal al levantamiento.

Dos tectoclasas longitudinales destacan principalmente en el territorio:

1. La que comienza en la isla del Ciervo, del Mar Menor, cruza el cabezo de los Nietos y, por El Estrecho, prosigue más allá de la Hoja, hasta el cerro de Roldán, situado al Oeste de Cartagena.
2. La que parte del cabo de Palos, bordea la vertiente norte de la sierra del mismo nombre y sigue el valle de la Carrasquilla hasta el pueblo de Portmán. Esta fractura forma al SO., fuera de la Hoja, la línea de costa desde la Punta de la Galera al cabo de Agua.

Las paraclasas transversales, producidas por movimientos epirogénicos, coinciden con las principales depresiones o collados de la comarca. Las de mayor significación son:

1. La que sigue el barranco de Mendoza, extendida desde el cabezo del Beal hasta la loma de los Cañases.
2. La que se inicia al Oeste del cerro de San Ginés y continúa, por el barranco de Ponce, hasta más allá del cabezo de Enmedio.
3. La que parte del collado de la Noguera y se prolonga hasta el del Lebrillo.
4. La que comienza al NE. del cabezo de La Jordana y sigue el camino de Calblanque hasta alcanzar la costa.

El pliegue inicial del macizo orográfico subsiste desde la época herciniana, y las paraclasas, aunque alpidicas, no son en realidad sino reaberturas de las primitivas hercinianas.

El conjunto sedimentario se halla, por otra parte, atravesado por algunas emisiones endógenas, y en relación estrecha con los fenómenos eruptivos y diastróficos están las formaciones metalíferas que se observan en la zona.

Cinco elementos tectónicos ofrece ésta, a saber: Estrato-cristalino, Permiano, Triásico, Mioceno y Pleistoceno. El primero de ellos sirve de basamento a los demás y está constituido, según ya hemos dicho, por pizarras metamórficas y calizas cristalinas interstratificadas en las primeras; es un horizonte de facies arcaica, trastornado por fallas y desplazamientos de edad probablemente variscica.

El Permiano, más o menos discordante, se integra de estratos pizarreños y algunas areniscas, a las que se asigna dicha edad por la semejanza con determinadas capas de Marruecos bien cronologadas. Las acciones orogénicas y, sobre todo, el metamorfismo, han alterado de tal modo la naturaleza de estas formaciones que, en el complejo tectónico comarcal, es difícil establecer la situación exacta dentro de la serie stratigráfica.

En concordancia sobre el Permiano se encuentran potentes calizas dolomíticas atribuidas al Muschelkalk, aunque por carecer de fósiles no sea posible determinar rigurosamente su edad (\*). Estas calizas, sean primarias o mesozoicas, se apoyan sobre superficies onduladas, lo cual parece señalar la denudación del Estrato-cristalino y el Permiano con anterioridad a la sedimentación de aquéllas. Forman las capas el correspondiente anticlinal, aparecen trastornadas y rotas, y en algunos puntos se hallan cruzadas por intrusiones de diabasa.

(\*). Pudieran ser paleozoicas, como expresó hace bastantes años el ingeniero F. de Botella.

Sobrepuesto al Triásico se encuentra el Mioceno marino transgresivo, compuesto de conglomerados, margas y areniscas que en algunas ocasiones se hacen bastante pizarreñas.

Finalmente, el Pleistoceno está formado por travertinos, conglomerados calizos, gravas sueltas, arcillas arenosas y arcillas, sobre las que se extienden, en la zona llana, tierras de cultivo.

El elemento tectónico más antiguo es, pues, el Estrato-cristalino, el carácter metamórfico de cuyas rocas, carentes de restos orgánicos, no indica nada respecto a la edad absoluta de la formación. Pero dejando aparte la exacta atribución cronológica y sin prejuzgar si se trata de verdadero terreno primitivo o de una facies «arcaica» de otro sistema, cabe señalar la iniciación en la comarca, durante la correspondiente época, de un núcleo de no gran relieve y mayor extensión superficial de la que hoy ofrece, que llegaría a emerger del océano de aquellos tiempos.

Al comenzar el Paleozoico debió el mar de cubrir toda la región, y si las débiles repercusiones de los empujes huronianos levantaron alguna suave arruga, es probable que quedase arrasada por el avance de los mares subsiguientes. El territorio proseguiría invadido por las aguas, pero más tarde, al acaecer los movimientos caledonianos, se originarían ondulaciones que iniciaron la emersión de un macizo en el ámbito marino.

A fines del Carbonífero medio, dieron comienzo los esfuerzos variscicos productores de acentuados plegamientos de la Meseta Ibérica y de una serie de fracturas que desprendieron de ella la región Bética, aunque sin perder la solidaridad tectónica con la misma. Las aguas del Atlántico invadieron el Mediterráneo, y así llegaron a inundar el espacio existente entre nuestra Meseta y la central de África, y dejaron emergidos los islotes cristalofilianos de Murcia. El diastrofismo produjo el levantamiento de la sierra del cabo de Palos y los accidentes que se encuentran al N. de la misma, cuyos pliegues, aunque rotos por acciones posteriores alpidicas, revelan con su dirección los empujes hercinianos. Asimismo se originaron las tectoclasas longitudinales que bordean el macizo orográfico.

A esta emersión del final del Westfaliense, sucedió una intensa denudación de los materiales levantados, que reduciría el relieve a una superficie algo ondulada, y en las postrimerías del Permiano volvería a verificarse un nuevo avance del mar. Siguió luego un período de reposo durante el cual, con regresiones y transgresiones alternativas, se depositaron los sedimentos triásicos adaptándose a las formas redondeadas del relieve preexistente. Así llegaron a formar cúpulas cuyo origen no puede atribuirse a acciones mecánicas, pues en ese caso constituirían pliegues esféricos inverosímiles en materiales tan frágiles como las calizas, y esto hace ver que el fondo del mar en que aquéllas

se depositaron no era una penillanura, sino la superficie ondulada del núcleo de las actuales sierras y, por consiguiente, que la surrección de las últimas se inició con las presiones hercinianas.

En la hipótesis de que tales calizas de cronología imprecisa pertenezcan al Triásico medio, habrá de admitirse una acción de los esfuerzos correspondientes a la fase paleocimérica del diastrofismo palealpídico, que afectaron a las capas produciendo pliegues no muy acentuados, y además determinadas paraclases, orientadas de NO. a SE., que dieron paso a las coladas de rocas hipogénicas verdes (ofitas y diabasas) que se manifiestan en algunos puntos.

A los expresados fenómenos diastróficos seguiría la exundación de la comarca con la subsiguiente denudación del Triásico y los sistemas subyacentes, durante el resto del Secundario y el Eogeno, pues aunque quepa imaginar una erosión total de los términos estratigráficos que corresponden al apuntado interregno, y que habrían podido sedimentarse, no es ello lo más verosímil dada la extensión de la zona donde se advierte la falta de los mismos.

Avanzado el Eoceno se inició en la Península la surrección pirenaica, con paroxismos cuya fase principal se desarrolló en el Oligoceno; la meseta ibérica, que ya contaba con alto grado de estabilidad como corolario del dinamismo herciniano, actuó como «horst» o pilar contra el que se estrujaron los sedimentos que se consideran triásicos, al avanzar en masa hacia el Norte el macizo antiguo Bético-rifeño, y los empujes acentuaron los pliegues anteriores y reabrieron las fracturas. De esta manera resultaron, en definitiva, grandes desgarrones, en cuyos bordes los estratos comprimidos llegaron casi a la posición vertical.

Después de transcurrir el Oligoceno, una nueva invasión del mar burdigalense originó los conglomerados de base, discordantes sobre el Muschelkalk, que forman en el territorio la base de la formación miocena; y el régimen marino prosiguió con oscilaciones que eran efecto de la fase staírica del dinamismo alpídico, esfuerzos éstos que debieron de tener débiles repercusiones en el sector que nos ocupa. Mucho mayor sería la influencia de los acaecidos en la fase rodánica, que produjeron la estructura actual y cuyas remisiones ocasionaron el hundimiento de los bloques mediterráneos y el descenso del territorio que se encuentra al Norte de la sierra.

Los expresados empujes ocasionaron también las fracturas por donde ascendieron los magmas hipogénicos modernos (traquitas y andesitas) que aparecen en las islas del Mar Menor y en la manga que lo separa del Mediterráneo.

Derivadas de los movimientos epirogénicos, se produjeron luego las paraclases transversales, que han dividido el terreno en bloques, con desplazamientos en sentido vertical, pero sin grandes alteraciones en las líneas generales de la orografía.

Después de la emersión de la comarca, la denudación subsiguiente coadyuvó a la orografía actual, y desaparecidos gran parte del Mioceno y alguna del Triásico, han podido quedar al descubierto el Permiano, el Estrato-cristalino y los asomos de rocas hipogénicas.

Las porciones en relieve, favorecidas por las dislocaciones, aportaron importantes derrubios que fueron barridos con ocasión de lluvias torrenciales, y así tuvo origen una fase pleistocena de deposición de detritus en el área que se encuentra al Norte de los accidentes montañosos.

Con posterioridad se acentuaría el movimiento cortical positivo, y la elevación ha continuado hasta nuestros días por la tendencia al equilibrio isostático del núcleo conmovido por la formación de los óvalos mediterráneos.

En último término, la erosión holocena sobre los materiales anteriores, juntamente con los demás fenómenos que cierran el ciclo de las evoluciones geológicas, acabaron de modelar el territorio en la forma en que actualmente se encuentra.

## SISMOLOGÍA

Situada la región levantina de la Península al borde del geosinclinal mediterráneo o alpino, entra de lleno en la gran banda inestable antillano-alpino-caucásica-himalaya que señala la segunda zona sísmica del Globo. Así, no puede parecer extraño que la provincia de Murcia figure entre las españolas más afectadas por los terremotos y ofrezca importantes áreas sismogénicas o epicentros.

Como fenómeno diastrófico, viene el sismo a constituir un síntoma de la vitalidad cortical en relación con las fases orogénicas, y de este modo surge la dependencia de la tectónica regional por obedecer las conmociones a rupturas del equilibrio de la litosfera, en esta zona débil cuyo antiguo desvinciamiento queda patente por las fallas que se observan.

Desde el punto de vista sísmico, tanto la provincia de Murcia, como la inmediata de Alicante, forman parte de una unidad tectónica fundamental, yuxtapuesta al macizo ibérico, que cuenta con elevado coeficiente de inestabilidad y en las que las dislocaciones producidas son tan intensas que han originado una serie de bloques tectónicos perfectamente definidos en la actualidad.

Los importantes trabajos del prestigioso sismólogo A. Rey Pastor, han dado a conocer la red de líneas de fractura que determinan la forma y dimensiones de los bloques, siquiera se encuentren éstos frecuentemente enmascarados por las formaciones sedimentarias.

La línea sismotectónica más notable del territorio de la Hoja es la falla Isla del Ciervo (Mar Menor)-El Estrecho-Cerro de Roldán (Cartagena), de orientación longitudinal respecto al eje del sistema Bético. Esta dislocación deja al Norte el bloque del Mar Menor, limitado a Levante por la falla Orihuela-Torre Vieja, de notable actividad sísmica, y al Oeste por la de Murcia-Cartagena,

que es prolongación al Sur de la del Segura medio. Al Mediodía de la línea tectónica Isla del Ciervo-El Estrecho-Cerro de Roldán, queda el pequeño bloque costero de Cartagena, en el cual se encuentra la falla situada al Sur de la sierra.

La sismicidad de los macizos a que corresponde el territorio de la Hoja no es muy grande, y en la superficie faltan los núcleos sísmicos activos. Pero con ser casi estable, el bloque del Mar Menor sufre los procesos vibratorios que se derivan del hundimiento del inmediato bloque de Elche.

De un modo general, la comarca corresponde a la zona de Murcia-Alicante, determinada por A. Rey Pastor, la cual ocupa, por su sismicidad, el 4.º lugar de la Península, si se atiende a la magnitud del coeficiente general, que adquiere casi el valor máximo.

Dicho coeficiente viene dado por la relación entre la media anual de días sísmicos y el área de la zona en kilómetros cuadrados, pero como se obtienen cifras decimales de un orden muy inferior, se multiplica el resultado por  $10^6$  para obtener un número práctico.

Entre los años 1517 y 1916, han podido determinarse en esta zona 239 días sísmicos, 1.139 sacudidas y 64 epicentros, con valores medios anuales de 0,6, 3,0 y 0,16 respectivamente, mientras que de 1917 a 1926 se registraron 56 días sísmicos, 83 sacudidas y 26 epicentros, con valores medios anuales respectivos de 5,6, 8,3 y 2,6. Se obtienen pues, en total, 295 días sísmicos con una media anual de 0,7; 1.307 sacudidas con una media de 3,2 y 90 epicentros. Y como la superficie de la zona es de 17.600 kilómetros cuadrados, resultan, en definitiva, los siguientes coeficientes de sismicidad:

$$\begin{aligned} \text{Período 1517-1916} &= 35 \cdot 10^{-6} \\ \text{— 1917-1926} &= 300 \cdot 10^{-6} \\ \text{— 1517-1926} &= 42 \cdot 10^{-6} \end{aligned}$$

de los que se deducen los correspondientes valores prácticos, que son 35, 300 y 42, respectivamente.

La profundidad de los hipocentros pone fuera de duda que las conmociones obedecen a causas exclusivamente tectónicas, de modo que el origen debe buscarse en los fenómenos pliocenos de descompresión subsiguientes al plegamiento alpino, que continúan actualmente en forma atenuada. Esto hace ver que los terremotos que hoy se producen son, por fortuna, de término más que de iniciación, lo cual, desde el punto de vista geológico, aminora su importancia.

## VII

### HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

Las aguas subterráneas del territorio de la presente Hoja pueden dividirse en dos grupos: aguas de la llanura y aguas de la parte montañosa.

Las primeras están contenidas en el terreno diluvial de que aquélla está formada, y proceden de la meteórica que se precipita directamente sobre dicho terreno y de las que se infiltran en el mismo procedentes de las laderas inmediatas. Quedan retenidas en profundidad por algún nivel impermeable del mismo terreno, o, en último término, por el Mioceno, sobre el que éste reposa, constituyendo el nivel freático, que se aprovecha por muchos pozos para las necesidades de poblados y caseríos y para riegos, en los que se hace la extracción del agua unas veces a brazo, otras con norias de caballerías, otras con norias accionadas por molinos de viento de velas, típicos en la región, y, finalmente, otras con motores. El agua es siempre de excesiva dureza, por lo que, en general, se dedica a la bebida del ganado, pero cuando dicha dureza no es extraordinaria se utiliza también para la bebida de las personas, en cuyo uso se admite con  $100^\circ$  hidrotimétricos cuando se agotan los aljibes, donde se recoge el agua de lluvia para este uso, cosa relativamente frecuente en la comarca.

Las aguas subterráneas de la parte montañosa se originan al ser absorbidas las meteóricas por los afloramientos calizos, circular por sus fisuras y ser detenidas en su descenso por las pizarras infrapuestas. Cuando las condiciones topográficas son favorables, las aguas brotan al exterior originándose fuentes, siempre de escaso caudal pero de calidad bastante aceptable, debido al pequeño recorrido subterráneo que las aguas hacen, lo que les impide cargarse demasiado de sales. Uno de estos manantiales, situado en el cabezo de la Fuente (B-2), es el que abastece, conducido por tubería, al poblado de los Belones (A, B-2), y del cual insertamos a continuación el análisis practicado por el personal del Laboratorio químico de este Instituto:

Anhídrido sulfúrico . . . .	0,0463	gramos	en	litro.
Cal . . . . .	0,0494	—	—	—
Magnesia . . . . .	0,0579	—	—	—
Cloro . . . . .	0,1242	—	—	—
Cloruro sódico . . . . .	0,2047	—	—	—
Grado hidrotimétrico . . .	27°			

Cuando las aguas sostenidas por las pizarras no pueden ganar el exterior, se acumulan en profundidad formando caudales de mucha mayor importancia. Estas aguas son las que siempre han dificultado el laboreo de las minas situadas en la ladera norte de la sierra, y para vencer esta dificultad se creó, a principios del presente siglo, una entidad llamada Sindicato del Desagüe del Beal, formado por las minas interesadas, a cuyos gastos contribuían éstas con un tanto por ciento de su producto bruto; sindicato que, a poco, tomó carácter oficial, con subvención del Estado.

Previo estudio geológico realizado por los ingenieros de minas señores Moncada y Guardiola, se proyectó el desagüe general de la zona por tres pozos, en cada uno de los cuales se instaló una bomba colgada de eje vertical, de accionamiento eléctrico. Con este desagüe general y otros parciales, afectos igualmente al Sindicato, se llegaron a extraer más de 3.000 metros cúbicos diarios, con descenso de las aguas hasta unos 70 metros por bajo del nivel del mar, lo que era posible por la incomunicación de unas y otras aguas debido a la disposición geológica que presenta al Estrato-cristalino impermeable frente al Mediterráneo, aislando a éste de las calizas por donde circulan las aguas subterráneas, y por la parte contraria, imposibilitándose la entrada de las aguas del Mar Menor a la cuenca subterránea por la interposición de los materiales miocenos, también impermeables, que yacen sobre el Triásico. Esta incomunicación de las aguas marinas y las subterráneas queda patentizada por el hecho de que las últimas vienen siendo aprovechadas para riego desde la fundación del Sindicato, habiéndose creado una riqueza agrícola tan estimable que cuando el desagüe ha llegado a no poderse sostener con los fines mineros para el que fue creado, ha pasado a manos de los agricultores interesados, constituidos en asociación oficial.

Terminamos este capítulo de Hidrología subterránea citando la existencia de una cuenca artesiana a orillas del Mar Menor, cuyo extremo sur queda próximo a la presente Hoja, de cuya cuenca no nos ocupamos aquí, porque, como decimos, no cae dentro del territorio que ahora tratamos. De dicha cuenca artesiana se ofrecen datos en las explicaciones de las hojas de San Javier, lindante con la actual por el Norte, y de Fuente Álamo de Murcia, al Oeste de esta última, que son las que la comprenden.

## VIII

## MINERÍA, CANTERAS Y SALINAS

## MINERÍA

La Hoja que estudiamos comprende la parte oriental de la renombrada comarca minera denominada «Sierra de Cartagena», macizo montañoso que se extiende desde la población que le da nombre hasta el cabo de Palos, quedando todo él abarcado por la presente Hoja y su colindante por el Oeste (Cartagena).

Los trabajos mineros de esta zona datan de la más remota antigüedad, y, en general, no se han interrumpido en el transcurso del tiempo, experimentando solamente variaciones de actividad según las circunstancias de las sucesivas épocas.

El ingeniero de minas D. Ricardo Guardiola, ilustre cartagenero, que estudió minuciosamente y con gran cariño esta sierra, manifiesta que los análisis químico y espectral acusan en ella la presencia de 30 cuerpos, metales y metaloides, que sólo en los minerales de zinc dan 31 combinaciones de los mismos. Dichos cuerpos son los siguientes: Aluminio, Antimonio, Arsénico, Azufre, Bario, Bismuto, Bromo, Cadmio, Calcio, Carbono, Cloro, Cobre, Estaño, Fósforo, Galio, Germanio, Hierro, Hidrógeno, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Níquel, Oro, Oxígeno, Plata, Plomo, Silicio, Talio, Titanio y Zinc. De ellos, los que abundan y tienen o han tenido valor industrial, por ser explotables, son: Aluminio (Alunita), Antimonio (plomos antimónicos de la desplatación), Bario (Barita), Cobre, Estaño, Hierro, Manganeso, Plata, Plomo y Zinc, siendo corriente que varias de estas sustancias se presenten en un mismo criadero.

Éstos corresponden a gran diversidad de tipos, contrariamente a lo que

ocurre en otras comarcas mineras, donde, dentro de cada una de ellas, los criaderos obedecen, por lo general, a un tipo único, bien sea el de filones, el de capas, etc. Haremos a continuación una breve reseña de los mismos, pudiendo el lector obtener datos más detallados en los diferentes estudios publicados sobre esta zona, especialmente en el «Catálogo de criaderos de plomo y zinc del Distrito minero de Murcia», de los Sres. Arrojo y Templado (233), y en el «Estudio metalogénico de la Sierra de Cartagena», del Sr. Guardiola (234), citados ambos trabajos por el orden en que fueron ejecutados.

Pudiéndose considerar la sierra de Cartagena como una unidad indivisible desde el punto de vista minero, haremos la reseña de sus criaderos refiriéndonos al conjunto de aquella sin ceñirnos exclusivamente a los que puedan radicar dentro de la Hoja de que tratamos, si bien, para la debida claridad, haremos notar cuándo se trata de parajes de la Hoja de El Llano y cuándo de la de su colindante Cartagena.

Los criaderos en cuestión se encuentran en el Estrato-cristalino, en las calizas clasificadas como triásicas, en el Mioceno y en relación con las rocas hipogénicas.

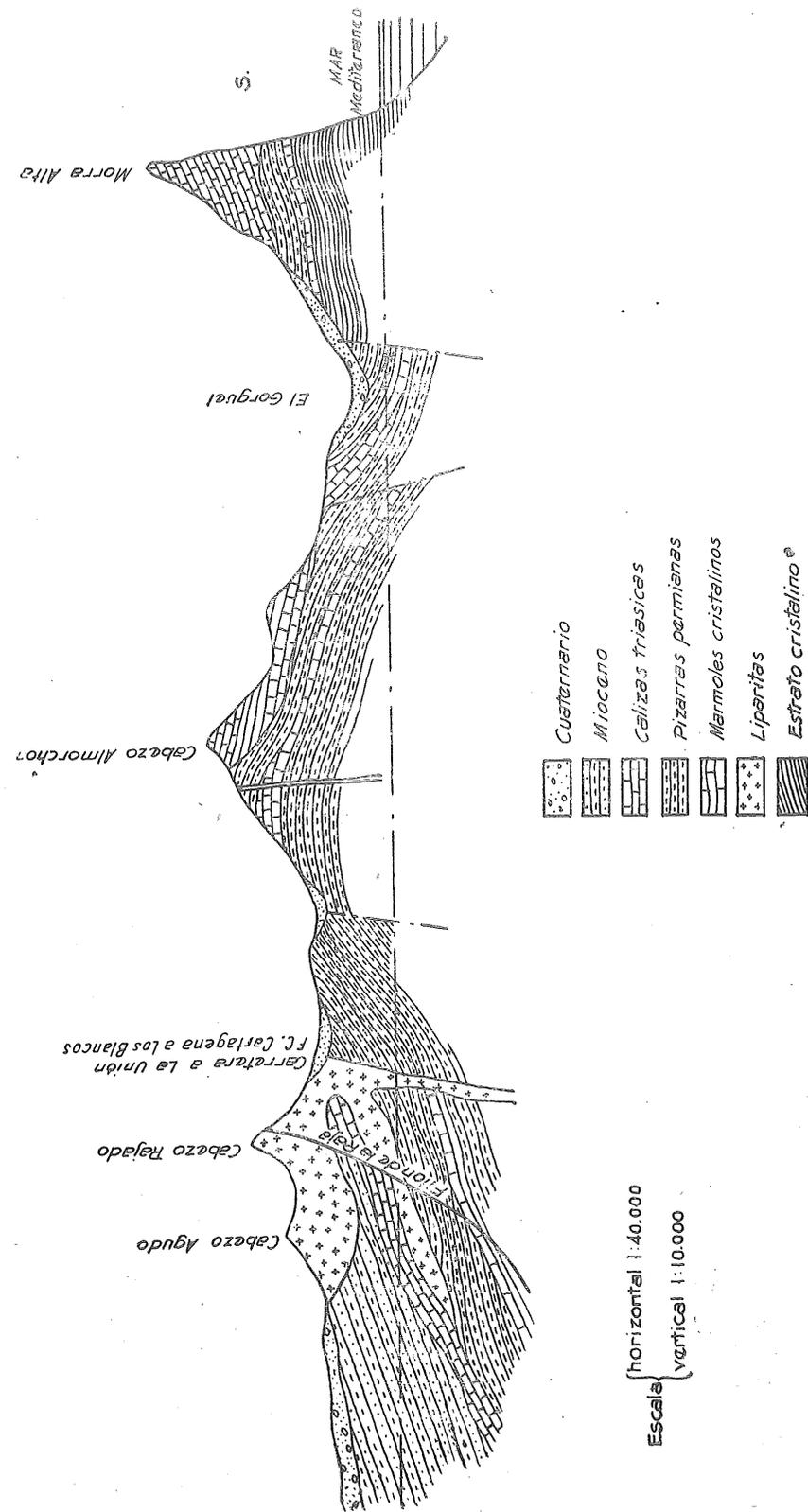
### Criaderos del Estrato-cristalino

Debemos distinguir los que arman en las pizarras y los que lo hacen en las calizas marmóreas.

Entre los primeros los hay de tipo filoniano y en forma de capa. Los de tipo filoniano tienen dirección general NNO.-SSE., y de ellos existen varios principales entrecruzados de multitud de vetas; se conocen en los siguientes parajes, que enumeramos de Oeste a Este: al Sur de La Unión, al SO. de El Llano (barrancos del Francés y de Mendoza), al SE. del mismo poblado (parte baja del barranco de Ponce), y en las proximidades del cabo de Palos. Todos ellos, a excepción del primero, se encuentran en la presente Hoja.

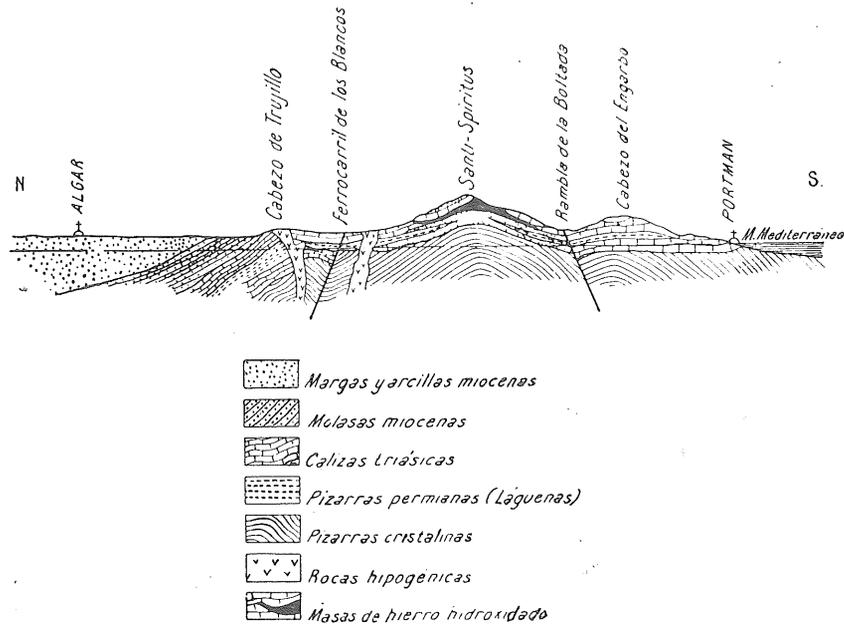
En la primera zona los filones ofrecen en sus afloramientos y niveles altos hierros hidroxidados y casiterita, con el 1,5 al 3 % de estaño, más abajo piritita ferrocobrizada mezclada con galena y alguna blenda, con 3 al 6 % de cobre y, por último, galena con unos dos kilos de plata por tonelada, acompañada de piritita de hierro como ganga.

Los filones principales de este grupo son los llamados de San José y de La Cuarta, distanciados unos 800 metros más al Este el segundo. Hoy se hace un aprovechamiento del cobre contenido en las aguas de una de las minas de este



grupo (2.º Globo), poniéndolas en contacto con chatarra en recipientes adecuados, obteniéndose cascarilla de dicho metal.

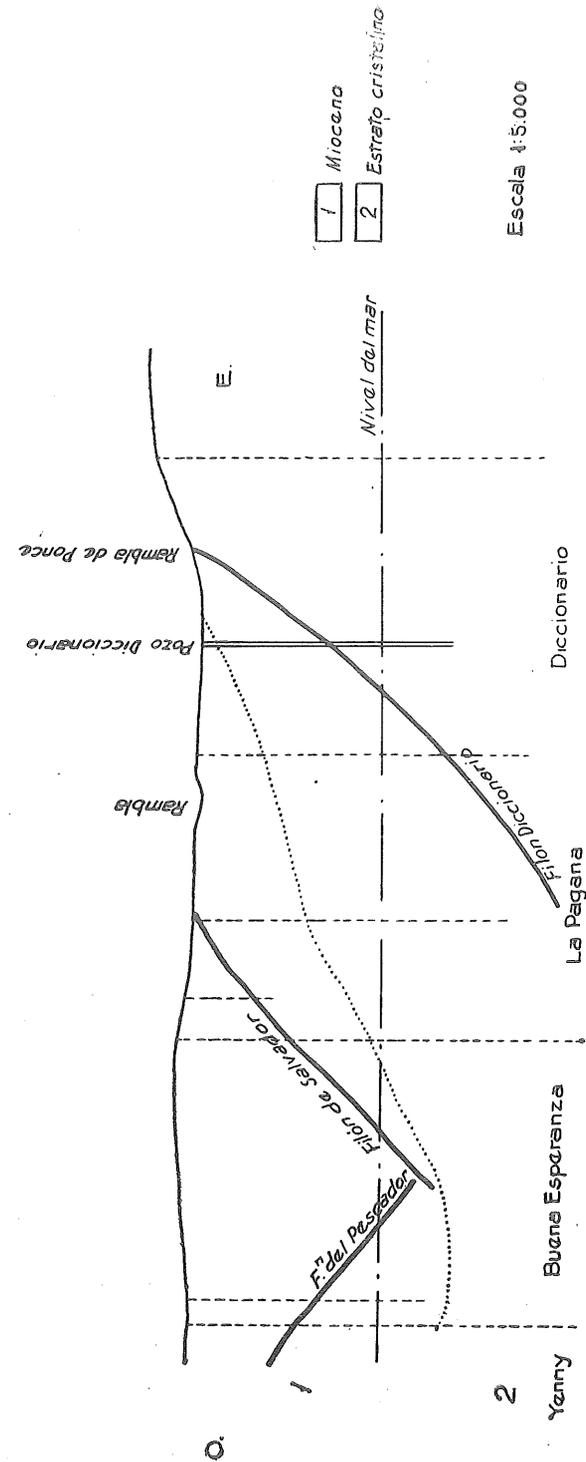
En la zona de los barrancos del Francés y de Mendoza, el Estrato-cristalino se encuentra casi totalmente recubierto por el Triásico, también metalífero. Los filones de aquel terreno, que son de los que ahora nos ocupamos, mueren en profundidad al encuentro con una pizarra descompuesta del mismo sistema, que en la localidad llaman «laja podrida»; metalizan en galena, blenda y



Corte de la sierra de Cartagena, desde El Algar a la bahía de Portmán.

pirita, con predominio de la primera substancia en las zonas altas y de las segundas en profundidad, sin que se pueda aprovechar en ningún caso la pirita porque, a lo más, contiene el 33 % de azufre. Los filones principales están muy explotados, y hoy se trabaja sobre vetas cruzantes, de las que se obtienen zafras con un 4 % de plomo y del 8 al 10 % de zinc por término medio.

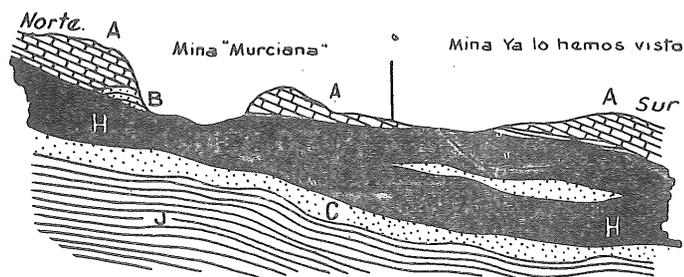
La zona del SE. de El Llano (parte baja del barranco de Ponce), está separada superficialmente de la anterior por un depósito terciario, también con criaderos, pero probablemente estarán unidas en profundidad, y si establecemos la separación es porque en la zona intermedia no se han hecho reconocimientos por bajo de dicho Terciario, que atestigüen la continuidad. El filón más importante de esta zona y de los más importantes de la sierra, es el llamado de Dic-



Corte por «Yenny», «Buena Esperanza», «La Pagana» y «Diccionario» (Zona de Ponce).

cionario, por haberse explotado principalmente en la mina de este nombre, de dirección N. y NNO. y 1,50 metros de potencia media, metalizado en galena y blenda, el cual ha sido reconocido en unos 700 metros de longitud y a más de 200 metros de profundidad.

En la zona del cabo de Palos, las pizarras cristalinas son granatíferas con frecuentes intercalaciones de cuarzo y de aspecto completamente distinto al de las demás de la sierra; más bien se asemejan a las de Almagrera. La montera de los filones es de óxido de hierro y más abajo cambia en carbonato



A. Caliza estéril - B. Pizarra arcillosa - C. Arcillas argentíferas - H. Minerales de hierro  
J. Pizarras cristalinas.—Escala 1:2.000

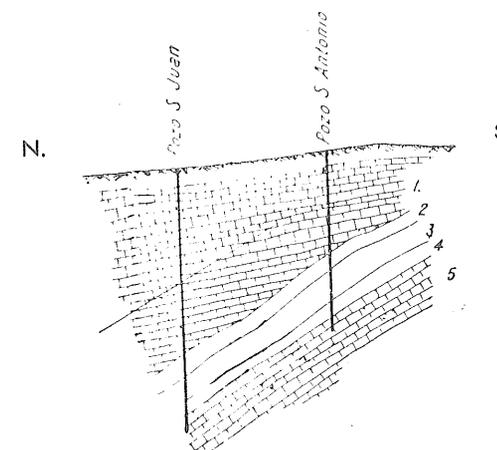
*Criadero de hierro de La Crisoleja.*

con galena, la más argentífera de toda la sierra (de 3 a 6 kilos de plata por tonelada de plomo), y alguna blenda y pirita. La explotación apenas ha pasado del nivel del mar. Se han encontrado labores romanas y se observan escorias de la misma época.

En forma de capa en el Estrato-cristalino se encuentra el típico «manto de azules», que yace sobre las pizarras del sistema, y tiene por techo, unas veces, las pizarras permianas, otras las calizas triásicas, y a veces aflora por derrubiamiento de estos materiales. Ocupa una gran superficie en la región central de la sierra y aparece dividido en dos partes, la del Este, manto propiamente dicho, que comprende el cabezo de Sancti Spiritus, y que es la de mayor extensión, abarcando unas 400 hectáreas, y la del Oeste o de la Cruz Chiquita, de unas 80 hectáreas de superficie, aunque pudiera considerarse también como manto la capa arcillosa rica en plata (ya explotada) de La Crisoleja, situada entre aquellas dos zonas, en cuyo caso la extensión del manto sería de unos cuatro kilómetros en sentido E.-O. y de 1,5 de media en N.-S. Por esta extensión y por su gran potencia, que ha llegado en algún punto a los 100 metros, puede decirse que es el criadero más importante de la sierra de Cartagena, aunque su riqueza media sea, en general, pobre.

Sobre su origen no hay concordancia de opiniones, pues mientras unos

suponen que se trata de un fenómeno de sustitución en las calizas marmóreas, otros lo atribuyen a una impregnación de la pizarra clorítica o turmalinífera estrato-cristalina, que constituye la roca madre. La masa del manto contiene galena, blenda, magnetita y pirita de hierro, además de silicato de hierro, que no es explotable como mena, a cuya coloración debe el manto su denominación de azul. En algún punto aislado se ha presentado, con la pirita



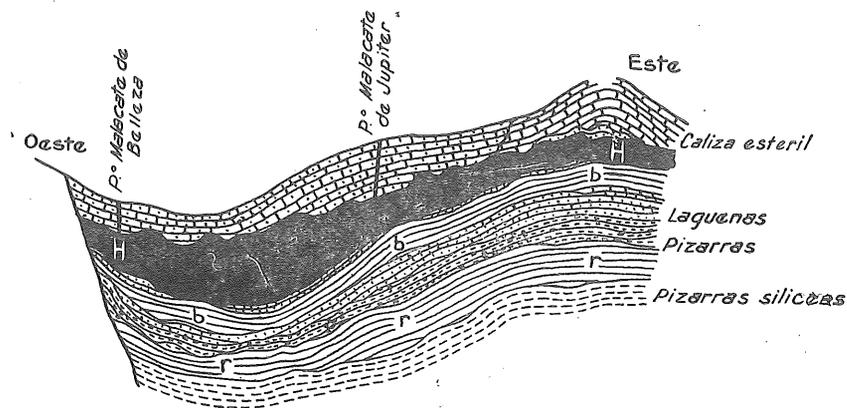
- 1- Calizas triásicas
- 2- Manto de azules
- 3- Pizarras
- 4- Lagunas
- 5- Calizas cristalinas

0 50 100 200 m.

*El Descargador. Zona norte del Manto de azules.*

de hierro, la de cobre en pequeña cantidad. La distribución de las cuatro menas que se benefician es muy irregular, pero, en general, el manto de la Cruz Chiquita, o sea el más Oeste, es criadero más bien de blenda que de galena (relación de 1/5 entre ambas substancias) con abundante pirita de hierro y poco hierro magnético, y en el oriental, al contrario, la blenda está en pequeña proporción, hasta el punto de llegar casi a desaparecer en el límite este, mientras aumenta el hierro magnético. El manto oriental aparece algunas veces dividido en dos, en sentido vertical, por interposición de una capa de pizarras arcillosas, y entonces se denomina «Mollar» o «Rico» el inferior, de 5 a 10 metros de potencia, y «Borde» el superior, de mucho mayor

espesor. El primero está casi completamente explotado y contenía del 10 al 15 % de plomo. Del segundo queda una masa muy importante por aprovechar, con leyes que se pueden calcular en 2 al 4 % de plomo, 20 al 30 de zinc y 10 al 15 de hierro. En Sancti Spiritus, la parte superior del manto «Borde» mineraliza en hematites sin manganeso (llamados en la localidad «hierros



H. Mineral de hierro - b. Manto azules borde - r. Manto de azules, rico.—Escala 1:500

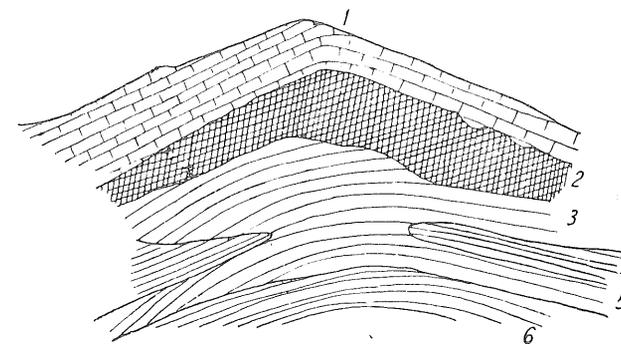
*Criaderos de Sancti Spiritus.*

secos»), mineral que es objeto de explotación en condiciones favorables del mercado.

Criaderos que arman en las calizas marmóreas estrato cristalinas se conocen en dos zonas, la del Gorguel y la de la Peña del Águila, de las cuales sólo la segunda cae en la Hoja de El Llano. Aunque el Gorguel es un paraje pequeño relativamente próximo al pueblo de Portmán, entre los mineros se da ese nombre a toda la parte de sierra que se extiende desde allí hasta Cartagena y que queda al Sur de una línea que, partiendo de esta población, pase al Sur del poblado de Alumbres, comprendiendo unas 3.000 hectáreas. Los criaderos aquí se presentan bajo dos formas: criaderos de contacto entre la caliza y las pizarras que la encierran, tanto a nivel inferior (asperones) como a superior (láguenas), y filones encajados en las calizas que, a veces, se prolongan por la pizarra subyacente, aunque en seguida acuña. Estos filones llevan dirección comprendida entre N. y NO., y en algunos casos han tenido hasta un kilómetro de corrida. Su potencia más corriente es la de un metro, pero en algún caso (mina «Arresto») ha llegado hasta 12. Como la capa caliza, con abundantes fallas, sólo tiene unos 20 metros de espesor, a esta dimensión vertical quedan reducidas las metalizaciones. La galena de estos criaderos

es poco blendosa, y contiene un kilo de plata próximamente por tonelada de plomo. La ley media de sus zafras puede calcularse en un 8 % de plomo, 5 % de zinc y hasta un 30 % de pirita de hierro. Queda mucho por reconocer en esta zona.

En la Peña del Águila (Hoja de El Llano), los criaderos son análogos a los



*Mina «Usurpación». (Sancti Spiritus).*

1, Calliza. 2, Mineral de hierro. 3, Manto de azules, borde. 4, Pizarras talcosas y sericitosas. 5, Manto de azules, rico. 6, Pizarras turmaliníferas.

del Gorguel, de los que se diferencian únicamente en que contienen más blenda, y en que no han alcanzado en ningún caso las potencias de algunos de aquéllos. La zona es muchísimo menos extensa y está muy explotada.

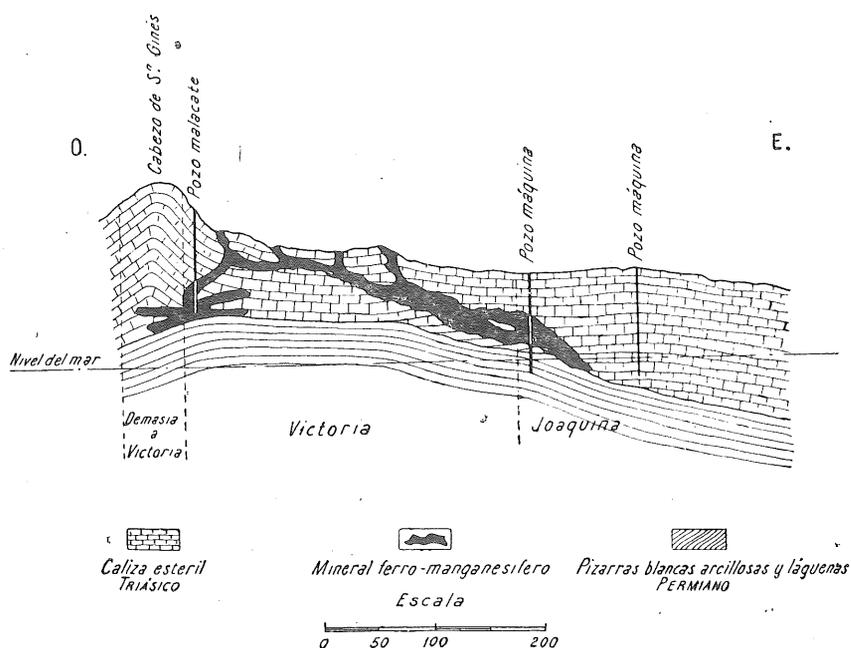
### Criaderos de las calizas triásicas

Estas calizas constituyen un horizonte metalífero muy importante en la sierra de Cartagena. Los criaderos se presentan en ellas unas veces en forma de filones, otras en la de capas interestratificadas en aquéllas y otras en la de bolsadas y masas. Contienen mineral de hierro principalmente, a veces manganesífero, y calamina, aquella mena en las zonas altas de los criaderos y ésta en las bajas. Se presentan a veces nudos de galena, y en otro tiempo existía carbonato de plomo, substancia que puede considerarse completamente explotada.

Son muchos los sitios de la sierra donde aparecen estas calizas metalíferas. Al Oeste de Cartagena, en la Algameca Chica, fuera de la presente

Hoja, las calizas contienen masas irregulares de calamina, de las que se desprenden multitud de vetillas, en cuya zona se ha reconocido una extensión de unas 30 hectáreas con ley media de un 30 % de zinc. Las labores no han descendido por bajo del nivel del mar por dificultad del desagüe, ya que las abundantes grietas que las calizas presentan hacen que las aguas del Mediterráneo se extiendan por la masa de las mismas casi como en superficie libre.

En el cabezo de San Julián, con masas de calamina análogas a las ante-



Criadero de hierro-manganesífero de las minas «Joaquina» y «Victoria»  
(Los Blancos).

riores, se han encontrado algunas bolsadas de galena no argentífera, sin que estos hallazgos hayan movido a los mineros a practicar reconocimientos en esta zona, que está muy poco investigada.

En algunas minas de la extensa zona de Gorguel (delimitada en la forma indicada al tratar de los criaderos en el Estrato cristalino), se han explotado manganesos y calaminas, pero sin haber revestido importancia estas explotaciones. Por lo reconocido hasta ahora, parece que en esta zona la caliza triásica es muy poco metalífera.

En los altos de Sancti Spiritus se han practicado en otro tiempo importantes explotaciones de hematites, con el 50 % de hierro sobre masas de sustitución en las calizas, en las que se encuentran algunos nudos de galena y, por bajo, hierros argentíferos.

Las zonas que citamos a continuación se encuentran ya dentro de la Hoja. En los barrancos del Francés y Mendoza, al Sur de El Llano (B 1), sobre las pizarras metalíferas estrato-cristalinas, de que antes nos hemos ocupado, existen potentes formaciones calizas que en sus capas más superficiales contienen minerales de hierro con el 42 % de este metal, 8 % de manganeso y 11 % de sílice, más algún carbonato de plomo, galena y, a veces, calamina, y en las inferiores, minerales complejos de galena, blenda y pirita, con leyes de 2,5 a 4 % de plomo y 8 al 10 de zinc.

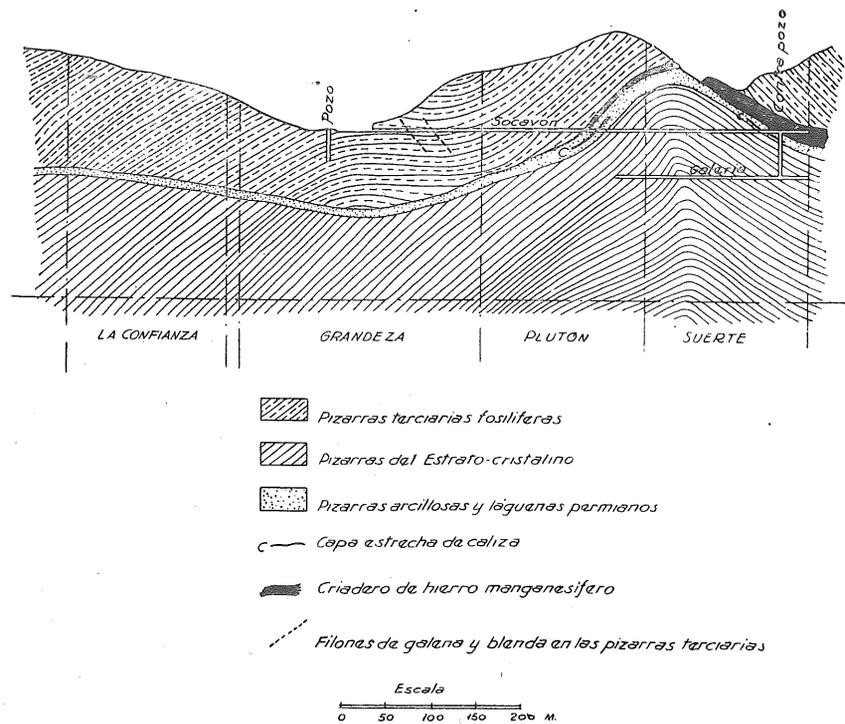
En los cabezos del Beal y del Viso (A-1) los criaderos son análogos a los de la capa superficial de que acabamos de hacer mención, pero con algún carbonato de plomo, y en el cabezo de San Ginés (A-1), contiguo a los anteriores, se han hecho explotaciones de importancia por encima del nivel de las aguas, sobre una masa interestratificada en las calizas de más de 600 metros de longitud, de la que se han obtenido minerales del 17 % de Mn y 25 de Fe, con algunos nudos de galena. Las zonas últimamente citadas eran de las más afectadas por el desagüe forzoso del Beal, que, como hemos dicho en otro lugar, ya no funciona como tal, y deben contener apreciables reservas por bajo del nivel de las aguas.

Más al Este, en Los Blancos y en los cabezos de la Pilica y del Estepar, los criaderos son bolsadas de hierros hidroxidados con abundantes calaminas, de un promedio en Zn del 20 al 30 %, pero que después quedaron por bajo del primer tipo, mineral pobre al que los mineros llaman «calaminote». Esta mineralización llega hasta una profundidad de 50 metros, por bajo de la cual cambia en carbonatos de hierro y de manganeso, sustancias que se aprovechan previa calcinación en boca-mina.

### Criaderos del Mioceno

Radican en la mancha de este terreno del SE. del poblado de El Llano (A, B-1), y afectan tres formas. Una de ellas es la de capa interestratificada en las pizarras y areniscas del sistema, criadero llamado en la localidad «Almendrolón», por tratarse de un conglomerado, el cual está formado de cantos de caliza y pizarra, y contiene impregnaciones de galena, blenda y pirita

con leyes del 1,5 al 3 por 100 de plomo y 4 al 10 por 100 de zinc. La impregnación se ha efectuado sobre el cemento del conglomerado, y ha habido también sustitución en los cantos calizos. Otra forma de criaderos es la de filones, muy tendidos, y a los que los mineros llaman «canales», bastante potentes (0,50 a 2 m.), con mineralización análoga a la anterior, pero generalmente algo más ricos, que degeneran en pirita en profundidad, los cuales han sido explotados por huecos y pilares, por lo que deben contener todavía un tonelaje importante. Por último, la tercera forma de criaderos de esta zona es la de vetillas en las pizarras, dependientes del «Almendrolón», distanciadas a veces



Corte a lo largo del socavón de la mina «Suerte» (Ponce).

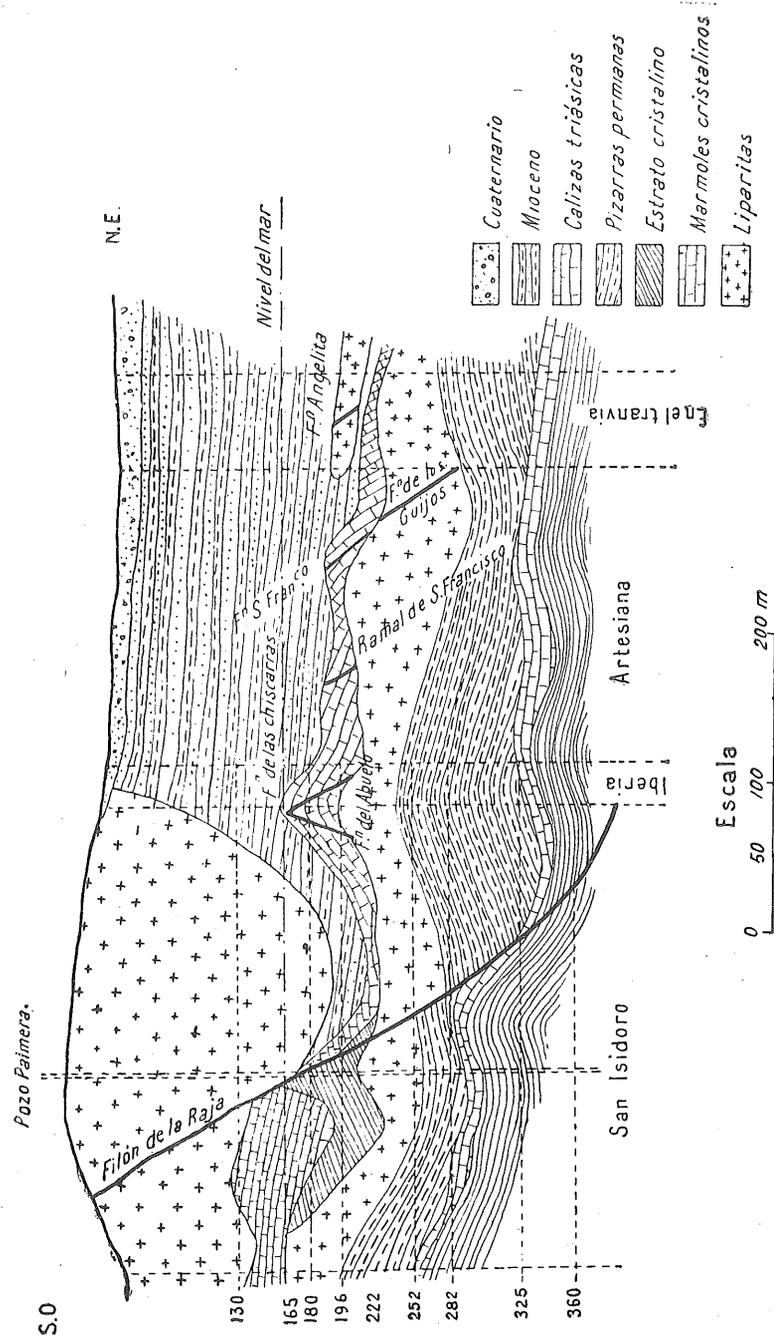
sólo 3 ó 4 metros, y mineralizadas en galena con algo de blenda, substancia, la última, que tiende a aumentar en profundidad, pero como el espesor de esta zona de pizarras es pequeño y las vetas llegaban muchas veces a la superficie, la explotación fue muy fácil y quedaron casi agotados estos criaderos, sin que se haya trabajado en los últimos tiempos más que por el sistema de rebuscas.

### Criaderos en relación con las rocas ígneas

En varios sitios de la sierra de Cartagena, donde hacen irrupción estas rocas atravesando todos los terrenos de la escala geológica que la forma, a excepción del Pleistoceno, existen criaderos que, unas veces en forma de filón, encajan bien en dichas rocas, bien en cualquiera de las atravesadas, menos en las terciarias, bien en el contacto de dos de ellas, y otras constituyen criaderos de sustitución en las calizas. Como en la mayor parte de los casos de la sierra, la mineralización la constituye el sistema galena-blenda-pirita, con gran predominio de la segunda substancia en el que nos ocupa.

Las zonas que se conocen hasta ahora de esta clase de criaderos, citadas de Oeste a Este, son: Parreta de Alumbres, cabeza Rajado y ladera este del mismo hasta La Unión, y cabeza de Trujillo, todas comprendidas en la Hoja de Cartagena. La primera de ellas se encuentra al Oeste del poblado que le da nombre, y allí se conocen cuatro diques de andesitas, de los que uno aflora, y en los contactos de ellos con los mármoles estrato-cristalinos se presentan metalizaciones que se extienden por esta capa y que en un principio tuvieron del 25 al 30 % de zinc y un 3 % de plomo, pero este mineral fue ya arrancado y las últimas explotaciones han sido hechas a base del aprovechamiento de las piritas, las de más alta ley en azufre de todas las de la comarca.

La zona del cabeza Rajado es notable porque en ella se encuentra el célebre filón llamado de La Raja, que, con extraordinaria potencia y gran riqueza en plomo argentífero, afloró en lo alto del cerro con dirección NO.-SE. Su explotación por los romanos ocasionó el vaciado en trinchera que aún hoy se observa y a cuya circunstancia debe su nombre la citada eminencia. Este filón arma, como puede verse en el corte que adjuntamos, en las liparitas, en el contacto de ellas con las calizas triásicas y pizarras permianas, y penetra en el Estrato-cristalino encajado en sus mármoles y pizarras. Las labores practicadas sobre él han llegado a más de 400 metros de profundidad, y con ellas se han encontrado otras romanas a los 280. Existen otros filones en esta zona ricos en galena cuando arman en la roca ígnea, y blendosos y con mucha pirita en los demás casos, pero todos ellos, y sus ramificaciones más importantes, se pueden considerar explotados. Los criaderos que últimamente han sostenido la producción de esta zona, con gran influencia en la total del Distrito, han sido los llamados «mantos», porque están constituidos por las calizas mineralizadas por los fenómenos de metasomatismo, calizas que, en estas condiciones, son llamadas «chiscarras» por aquellos mineros. En un principio, la mena bruta



Corte por las minas «San Isidoro», «Iberia», «Artesiana» y «En el Tranvia» (Cabezo Rajado).

alcanzaba leyes en zinc del 20 al 30 % (son criaderos blendosos con un 3 al 8 % de plomo), pero después se fueron aprovechando otras con sólo 10 al 12 % de dicho metal, merced a la transformación de los primitivos lavaderos manuales y mecánicos. Debe hacerse notar que las terreras de las minas de esta zona constituyen una reserva de cierta importancia, pues a su gran volumen se une la ley en zinc, que en alguna de ellas ha llegado al 10 %, lo que motivó su explotación por medio de un lavadero que se instaló al efecto.

Al norte de esta zona, en plena llanura pleistocena, se han hecho intentos para reconocer la posible prolongación de estos criaderos hacia ese rumbo, por medio de pozos, alguno de los cuales ha llegado a 300 metros sin lograr atravesar el Mioceno y, por tanto, sin verificarse, en realidad, la investigación, pues este terreno es estéril en esta zona, por lo que hay que llegar al Triásico subyacente, que, como hemos dicho, es el verdaderamente metalífero.

La tercera zona, en la que se encuentran criaderos relacionados con las rocas ígneas, es la del cabezo de Trujillo, donde se conocen filones que arman en las liparitas e impregnaciones y sustituciones en la caliza marmórea, más importantes estos últimos criaderos que los primeros. Su riqueza y facilidad de explotación motivó un laboreo desordenado que llegó a provocar hundimientos que afectaron a la superficie.

### Reservas minerales

La sierra de Cartagena, como decimos al principio, se viene explotando desde la más remota antigüedad, pero dista mucho de estar agotada, contrariamente a la impresión que se saca, aunque se sea técnico, la primera vez que se visita esta comarca minera. Como algunos de sus principales criaderos (Manto de Azules, Zona de cabo de Palos, Filón de la Raja del Cabezo Rajado, hierros de la caliza triásica, etc., etc.), afloraban a la superficie o se encontraban poco distantes de ella, las explotaciones se hacían con suma facilidad, lo que motivó una gran parcelación en las propiedades mineras, a las que se les daba corrientemente una superficie de 20.000 varas cuadradas, o sea menos de tres hectáreas, extensión impropia para explotaciones en profundidad, y que aun ha sido subdividida en muchos casos. Con esto, el elevado canon que siempre ha pagado el minero al propietario, y la falta absoluta de espíritu de asociación, muchos reconocimientos han quedado por hacer, pues las labores se llevaban la mayoría de las veces sólo sobre las zonas de los criaderos que podían rendir utilidad. Únicamente en los casos en que se han podido formar

agrupaciones de alguna importancia, a cargo de entidades con los necesarios elementos económicos y técnicos, se han realizado investigaciones, pero estos casos han sido poco comunes.

En opinión de ilustres ingenieros conocedores de esta comarca, pueden existir reservas interesantes de galena y blenda en el Beal, para cuyo reconocimiento es preciso acometer resueltamente el desagüe de esta zona; se debe también investigar en muchos puntos las pizarras del Estrato-cristalino, donde pueden repetirse las metalizaciones filonianas del barranco del Francés y de Mendoza; en el Gorguel se han trabajado pocas minas, a pesar de que la formación geológica continúa igual por toda aquella extensísima zona; en la del Estrecho y Los Blancos, donde las labores no han pasado de las calizas triásicas, debe profundizarse más para llegar al Estrato-cristalino y reconocer su caliza mármorea, que parece existe allí, así como las pizarras inferiores del mismo sistema; en la zona de Cabo de Palos, no se ha hecho casi nada por dificultades de desagüe; y por último, sería sumamente interesante efectuar nuevos reconocimientos en la llanura del Norte de la sierra, para ver si continúan hacia ese rumbo los importantes criaderos, en relación con las rocas hipogénicas que se han explotado en la Parreta de Alumbres y en el cabezo Rajado, si bien hay que prever profundidades de más de 400 metros, pues, como decimos en el lugar correspondiente, ha llegado algún pozo a los 300 metros, sin salir de los estratos miocenos. Estarían muy indicados para estos reconocimientos los estudios geofísicos, y en vista de sus resultados formarse las oportunas agrupaciones mineras a cargo de entidades provistas de los medios necesarios, que ejecutaran las labores aconsejadas por aquellos estudios.

Además de estas zonas vírgenes, en las ya explotadas de antiguo existen apreciables reservas constituidas por minerales pobres, que no se arrancaban porque no podían tratarse en los lavaderos que hasta recientemente han venido funcionando en la sierra, y que ahora, con los modernos de flotación, pueden ser explotados. Lo mismo ocurre con las terreras que, a veces, tienen más ley que las zafras actuales, si bien su tratamiento por flotación presenta algunas dificultades debidas a la oxidación experimentada por las menas durante el tiempo que están a la intemperie.

### Lavaderos

Hasta principios del siglo actual, que empezó el tendido de líneas eléctricas en la sierra, los lavaderos eran todos manuales, con molinos accionados por

caballerías. Con la electrificación sólo se instalaron al principio motores para estos aparatos, aparte de los dedicados a extracción. Sólo transcurridos algunos años se empezaron a montar verdaderos lavaderos mecánicos, proveyéndose a algunos de los que trataban minerales del manto de azules, de separadores electro-magnéticos para aprovechar la magnetita de este criadero. Recientemente, y después de un período de ensayo, han tomado carta de naturaleza los lavaderos de flotación diferencial, de los que funcionan el de «Concilio» (Gorguel), al que se llevan también minerales de la Cruz Chiquita, por medio de un cable; el del Coto Azul (antes Coto del Humo o La Colosal), en Sancti Spiritus; el de Segunda Paz (Llano), todos ellos de unas 300 toneladas al día de capacidad; el de Mendigorria (Llano), de unas 100 toneladas, y el de la «Ocasión», junto a La Unión, que aún conserva parte de su antiguo lavadero mecánico. Se están instalando otros de flotación en «Brunita» (grupo Santa Teresa), paraje La Esperanza, y en «Lolita» (Peña del Águila), el primero de ellos de 300 toneladas de capacidad. Con estos lavaderos modernos se concentra la galena hasta el 75 % de plomo, y las blendas hasta el 40-50 % de zinc, con rendimiento del 85 %.

### Producción

De la multitud de concesiones mineras radicantes en la sierra de Cartagena (de ellas, se calcula que unas 400 tienen labores), solamente 39 se encontraban en actividad en el pasado año 1948, 26 productivas y las otras 13 en trabajos de preparación. En tiempos pasados las explotaciones eran abundantísimas, pues muchas veces, a pesar de la reducida extensión de las concesiones, otorgadas con arreglo a legislaciones antiguas, según decimos en otro lugar, eran parceladas estas concesiones entre explotadores, llamados «partidarios» en la localidad. Hoy, no sólo ha desaparecido aquella subdivisión sino que se van formando cotos por agrupación de minas, lo que permite la explotación directa por entidades que cuentan con los debidos elementos económicos y técnicos, camino que es el que hay que seguir para extraer de manera eficaz a esta sierra la importante riqueza minera que aún le queda.

La producción de las substancias que en la misma se explotan, durante el pasado año 1948, ha sido la siguiente:

Minerales	Número de explotaciones	Producción Toneladas
Mineral de cobre . . . . .	1	2
Mineral de estaño . . . . .	5	80
Mineral de hierro . . . . .	3	3.870
Pirita de hierro . . . . .	1	11.990
Mineral de plomo . . . . .	12	4.802
Mineral de zinc . . . . .	4	6.527

El número de explotaciones de las dos últimas substancias no debe tomarse como absoluto, pues, como se presentan corrientemente juntas las menas de plomo y zinc, hay minas que figuran como productoras del primer mineral y producen también el segundo, y al contrario.

La única fundición de plomo que ha estado en actividad en dicho año, la de Santa Lucía, de la Sociedad de Peñarroya, ha producido 3.876 toneladas de plomo dulce, 42 de antimonio y 4.170 kilos de plata.

En la fábrica de productos químicos del Hondón (Unión Española de Explosivos), se han obtenido 369 toneladas de ácido clorhídrico, 650 de nítrico, 30.548 de sulfúrico, 696 de sulfato de hierro, 537 de sulfato de potasa y 47.635 de superfosfato.

La fábrica de explosivos de Alumbres ha producido 727.300 kilos de dinamita 3.<sup>a</sup>, y, por último, en el taller de molido de trípoli se han preparado 4.103 toneladas de esta substancia, que se extrae en las proximidades de Hellín (Albacete).

Para dar una idea de la marcha de las producciones mineras en lo que va de siglo, insertamos a continuación un cuadro con las correspondientes a los años 1900, 1910, 1920, 1930 y 1940, relativas a la provincia de Murcia, y las totales de España en los mismos años. En general, la mayor parte de los minerales de la provincia han sido extraídos de la sierra de Cartagena, pero debemos hacer notar que, salvo en 1940, en los demás del cuadro han tenido mucha importancia las aportaciones de plomo de Mazarrón y las de hierro de Cehegín.

*Producción comparada de la provincia de Murcia y de España de los minerales que se indican, durante los años que se expresan.*

MINERALES	1900		1910		1920		1930		1940	
	Prov. de Murcia Tn.	España Tn.								
Mineral de cobre . . . . .	701	2.714.714 (a)	1.471	3.231.418 (a)	>	218.969	>	506.818	>	68.145
Mineral de estaño . . . . .	>	47	>	35	>	144	80	277	104	224
Mineral de hierro . . . . .	980.533 (b)	8.675.749	692.049	8.666.795	153.367	4.767.693	199.740	5.517.211	3.886	2.626.609 (a)
Pirita de hierro . . . . .	>	34.638	4.132	294.184	1.924	711.823	19.710	19.710	17.822	893.896
Mineral de plomo . . . . .	121.435	313.453	101.798	367.330	29.993	186.289	21.054	163.803	8.903	57.327
Mineral de zinc . . . . .	30.620	86.158	82.471	156.113	20.427	94.050	47.151	160.395	4.179	78.445

(a) Incluida la pirita ferrocobrizada.

(b) En años anteriores ha pasado de 1.000.000 de toneladas.

## CANTERAS

No existe ninguna explotación de esta clase dentro de la Hoja que merezca ser citada. Se aprovechan para mampostería las calizas triásicas y estratocristalinas de la sierra, así como los travertinos cuaternarios de la llanura, y se utilizan también estos últimos para fabricación de cal. También se ha explotado en otro tiempo una cantera de arenisca miocena en la manga del Mar Menor. Las margas arcillosas (láguenas) del Permiano se empleaban en otro tiempo mucho para la construcción de los terrados de las casas, pero este sistema de cubiertas se va adoptando cada vez menos, por su excesivo peso, sustituyéndose por tejados y terrazas.

## SALINAS

A base de las aguas del Mar Menor como primera materia, por ser de salinidad mayor que las del Mediterráneo, hay establecidas en las orillas de aquél varios establecimientos saliníferos, de los cuales comprende dos la presente Hoja: las salinas de Marchamalo o de Cabo de Palos (A-3), situadas en la extremidad sur del citado Mar Menor, y las de Lo Pollo (A-1), al NO. del poblado ribereño de Los Nietos.

Las últimas hace tiempo que no funcionan, y las primeras venían arrastrando una vida lánguida hasta que una importante empresa se ha hecho cargo de ellas, poniéndolas en las debidas condiciones y dotándolas de los medios convenientes, con lo que la producción de las mismas, que el año 1941 fué de 3.600 toneladas, ha pasado en 1948 a 43.000, igualando casi a la de las salinas de San Pedro del Pinatar, situadas en el extremo norte del repetido mar interior, que han venido siendo las más importantes de la comarca. El sistema de explotación es el corriente en el país, de hacer pasar el agua sucesivamente por varias series de bolsas o recipientes de pequeña profundidad y gran superficie, con lo que va adquiriendo cada vez mayor concentración, por evaporación solar, hasta que finalmente se precipita la sal, completado con los correspondientes talleres de molido y preparación del producto. La campaña anual tiene lugar en el verano, y su duración depende de las condiciones meteorológicas. Las primeras lluvias del otoño ponen fin a la misma.

*Madrid, diciembre de 1949.*



*Manga del Mar Menor. Canteras de arenisca miocena.*