

MEMORIAS
DEL
INSTITUTO GEOLÓGICO DE ESPAÑA

7801462

7801463

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

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

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

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

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

(Decreto de 28 de Junio de 1910.)

PERSONAL
DE LA
COMISIÓN PERMANENTE DEL INSTITUTO GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Ilmo. Sr. D. Rafael Sánchez Lozano (*Director*).
Sr. D. César Rubio y Muñoz (*Subdirector*).
Sr. D. Ramón de Aguirre y Zorrilla.
Sr. D. José María Rubio y Muñoz.
Sr. D. Domingo de Orueta.
Excmo. Sr. D. Enrique Villate.
Sr. D. Vicente Kindelan.
Sr. D. Luis Santa María (*Secretario*).
Sr. D. Adolfo Fernández y Menéndez Valdés.
Sr. D. Manuel Ruiz Falcó.
Sr. D. Agustín Marín y Bertrán de Lis.
Sr. D. Primitivo Hernández Sampelayo.
Sr. D. José de Gorostizaga.
Sr. D. Enrique Dupuy de Lôme.

Ingenieros agregados.

Sr. D. Pedro Novo Chicarro.
Sr. D. Pablo Fernández Iruegas.
Sr. D. Javier Miláns del Bosch.

Ingeniero Bibliógrafo y Cartógrafo.

Sr. D. Carlos Fernández Maquieira y Borbón.

Profesores de la Escuela de Minas agregados al Instituto.

Profesor de Química Analítica, D. Enrique Bayo.
Profesor de Paleontología, D. Florentino Azpeitia.
Profesor de Geología, D. Pablo Fábrega.
Profesor de Mineralogía, D. Enrique de Pineda.

MEMORIAS
DEL
INSTITUTO GEOLÓGICO
DE
ESPAÑA

CRIADEROS DE HIERRO DE ESPAÑA

TOMO III

CRIADEROS DE GUADALAJARA Y TERUEL



MADRID
IMPRESA Y LITOGRAFÍA DE J. PALACIOS
Arenal, 27 y Lista, 12
Teléfono 133
1918

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

CRIADEROS DE HIERRO

DE LAS

PROVINCIAS DE GUADALAJARA Y TERUEL

I

OBJETO Y PLAN DE LA OBRA

Tiene por objeto el siguiente trabajo, la descripción de los yacimientos de minerales de hierro en las provincias de Guadalajara y Teruel.

Nos ocuparemos, no tan sólo de aquellos criaderos que por su importancia son susceptibles de explotarse en la actualidad, sino también de los que pudieran serlo en época más o menos próxima, bien sea porque vayan agotándose otros más ricos o mejor situados geográficamente, porque los precios de transporte de los combustibles y de los minerales disminuyan, o porque nuevos procedimientos siderúrgicos, principalmente los eléctricos, y tantos otros factores que pueden intervenir decisivamente en la explotación de las minas, permitan aprovechar económicamente criaderos cuyo beneficio no se considera hoy como negocio industrial lucrativo.

Basta recordar la evolución sufrida durante los últimos sesenta años en los procedimientos para la obtención de los hierros y aceros, y las sin cesar crecientes demandas del mercado siderúrgico que han permitido utilizar minerales

de composiciones tan distintas, de estructuras tan diversas, y explotar criaderos que en otras épocas se despreciaban, para que puedan considerarse como una parte de las reservas mundiales de hierro, los yacimientos de Guadalajara y de Teruel, pues la riqueza media de muchos es superior a la de algunos que han merecido tal calificación en el Congreso Internacional de Geología, celebrado en Estocolmo en 1910.

Si nuestra misión estuviera limitada al estudio de los depósitos que pueden dar lugar a grandes explotaciones por la cantidad de minerales que contienen riqueza media alrededor del 50 de Fe. metálico, sólo había que citar los de Sierra Menera y Almohaja, y en mucha más reducida escala alguno de los términos de Setiles, El Pobo, Hombrados y Pardos.

Pero existen pequeñas bolsadas de hematites de igual riqueza, también sin fósforo, azufre, ni apenas sílice, que por sí solas no pueden hoy dar origen a una explotación beneficiosa por la distancia a los puertos de embarque.

Se hallan esas bolsadas entre masas de caliza dolomítica, transformadas muchas, parcial o totalmente, en carbonatos de hierro con leyes que varían entre 15 y 40 por 100 de ese metal. Calcinados los más ricos serían excelentes menas, y otros más pobres pudieran servir de inmejorables castinas si en aquellos lugares o en sus proximidades se estableciera algún centro siderúrgico.

El volumen de esas masas debe de ser enorme pues ocupan mucha extensión superficial, y es de presumir que con ellas ocurra lo que en las minas de Ojos Negros, donde a la profundidad de 100 metros continúan.

Abundan, además, depósitos de hematites parda en granos y trozos sueltos de pequeño volumen, que son pobres por estar revueltas con arcillas ferruginosas, pero median-

te una concentración mecánica se puede elevar su ley de hierro como se hace en la mina «San José», de Setiles.

Esto en cuanto a los minerales que se presentan en bolsadas o lentejones entre calizas. También hay filones de hematites roja muy pura, hasta con 65 por 100 de Fe. metálico, no reconocidos en profundidad, que por su pequeña potencia y por la distancia a que se hallan de la costa no se han podido explotar.

Se deduce de todo ello, que existe bastante hierro enceberrado en el subsuelo de las dos provincias, pero la metalización es irregular y muy poco concentrada, de tal suerte, que los minerales pobres del 15 al 35 por 100 son los que abundan. Es claro que nos referimos al promedio de la zona ferruginosa y no a criaderos aislados como los de Sierra Menera, Almohaja, etc.

A la pequeña riqueza del conjunto se une el que los depósitos de hematites con leyes desde 45 al 50, que no son muchos ni de gran volumen, producen menudos y polvos que pueden evaluarse hasta en el 85 por 100 del yacimiento en algunos casos.

Otro de los inconvenientes para que sean trabajadas económicamente muchas de esas minas, es la distancia que las separa de las costas de España, no menor de 200 kilómetros a los puertos de Sagunto y Valencia.

Pero es indudable que algunas de esas circunstancias desfavorables pueden modificarse o desaparecer con el tiempo, y será entonces llegada la hora de que sean aprovechados muchos minerales que hoy se desprecian.

Prueba de ello es que desde hace larga fecha hubo explotación bien mezquina en toda la Sierra Menera, y no obstante ocurrir que los yacimientos tenían mucha nombradía, no se sospechaba hace treinta años que pudieran contener los millones de toneladas que hoy están a la vista. Para

llegar a esto fueron precisos estudios detenidos de los criaderos, labores de reconocimiento muy importantes, proporcionar medios de transportes económicos y emplear fuertes capitales con inteligencia y energía.

Resultado de todo ha sido, que las provincias de Teruel y de Guadalajara que no figuraban como productoras de hierro en los últimos años del siglo pasado, aparecen en quinto y séptimo lugar, respectivamente, en las estadísticas oficiales de 1912 y 1913, y que, a consecuencia del desarrollo adquirido por la industria minera, se han establecido otras también muy importantes, mereciendo citarse la fabricación de aglomerados de minerales de hierro en Sagunto. De no haber estallado la actual guerra europea, a estas fechas se hubiera alcanzado una producción anual de millón y medio de toneladas, pues vencidas estaban las principales dificultades y de año en año se iba intensificando la explotación, según se verá en los estados correspondientes.

Durante sus primeros años, la Compañía Minera de Sierra Menera acumulaba en grandes montones el polvo y los menudos muy pequeños que producían las minas, por no ser minerales de exportación. El perjuicio era grande, pues estaban hechos los gastos de arranque, cribado, transporte, etc.; los criaderos desmerecían porque una parte muy importante, lejos de producir utilidad, ocasionaba desembolsos inútiles, y siempre se perdía una considerable cantidad de mineral arrastrada por los fuertes vientos que dominan en aquella región, de clima muy seco durante cuatro meses del año.

En la actualidad los depósitos han desaparecido; el polvo y los menudos van directamente desde las rozas a los vagones que los conducen a Sagunto para hacer briquetas y nódulos, o son exportados, pues las condiciones del mercado han cambiado.

Cuando dimos comienzo al estudio de los yacimientos de hierro de estas provincias, siempre con la vista puesta en lo porvenir, se tiraban, junto con los escombros, calizas ferruginosas y carbonatos que se aprovechaban en otras regiones mineras mejor situadas geográficamente. Desde hace unos tres años se depositan en escombreras especiales para ser tratados en hornos altos en Sagunto, donde se piensa crear un gran establecimiento siderúrgico.

Si en período de tiempo tan corto hemos presenciado cambios tan radicales, nada de extraño tendría que en plazo más o menos próximo ocurrieran otros que dieran lugar a que se beneficiaran criaderos que hoy no son explotables y que pudieran serlo cuando lo permitan nuevos procedimientos electro-siderúrgicos, las demandas del mercado y los precios de los transportes.

Por eso haremos una reseña de todo lo que hemos tenido noticia, bueno y malo, por pequeña que sea su importancia, pues estimamos que en regiones como las que hemos de ocuparnos, ofrece interés primordial dar a conocer lo que pueda ser utilizado en lo porvenir.

Las dos provincias son limítrofes, los depósitos de mineral tienen idéntico origen, se presentan entre rocas de las mismas clases y épocas y algunos pasan de un territorio al otro. Por este motivo, y con objeto de evitar repeticiones, haremos un resumen de todo lo que les sea común y después, en los datos locales, detallaremos lo que a cada yacimiento se refiera, citándolos según el orden de edad de las rocas que forman la caja.

II

NOTAS BIBLIOGRÁFICAS

Para no hacer en lo sucesivo repetidas referencias, y para que quien quiera más detalles pueda a ellos acudir, citamos a continuación los trabajos que conocemos con datos geológico-mineros de las dos provincias:

«Papel sobre las minas de Ojos Negros», publicado en Zaragoza en 1624.

«Discurso del oficio del Bayle de Aragón», por el doctor Ximénez de Aragüez». Impreso en Zaragoza por D. Juan de Larraga y Quartand en 1630.

«Aparato para la Historia Natural Española», por el padre Joseph Torrubia, archivero y cronista general de la Orden de San Francisco. Madrid, 1754.

«Discurso instructivo sobre ventajas que puede conseguir la industria de Aragón con la nueva ampliación de puertos concedida por S. M. para el comercio de América», por D. Antonio Arteta de Monteseuro. Premiado por la Real Sociedad de Amigos del País. Zaragoza, 1780 y Madrid, 1783. En el capítulo IX, pág. 90, trata de las minas y ferrierías de Aragón.

«Introducción a la Historia Natural del Reino de Aragón», premiado por la Real Sociedad de Amigos del País en el año 1783, por D. Ignacio Jordán de Asso. Entre las «Obras manuscritas del siglo XVIII», por E. Maffei, está un «Tratado de Historia Natural de Aragón», del Dr. Ignacio de

Asso, que según el Sr. Maffei debe ser copia incompleta de la anterior.

«Introducción a la Historia Natural y a la Geografía física de España», por D. Guillermo Bowles. Madrid, 1789.

«Memorias político-económicas sobre frutos, etc., aguas minerales, piedras y minas de la provincia de Guadalajara». Tomo XVII. Madrid, 1792.

«Viaje de inspección a las minas de Valencia y Teruel, practicado por el Director general de Minas D. Francisco Angulo en el año 1794». Archivo General Central. Fomento, 1.^a Región, legajo 200. La parte referente a la provincia de Teruel con la descripción de las «Minas del Collado de la Plata» y «Minas de azufre del río Deva», aparece inserta en la Estadística Minera de 1907.

«Biblioteca nueva de los escritores aragoneses que florecieron desde el año 1600 hasta 1640», por D. Félix de Latassa. En el tomo II, página 519, año 1799, da noticia de un «Papel sobre las minas de Ojos Negros», por los doctores D. Antonio Fuster y D. Agustín Morlanes, y en el tomo III, página 11, de un «Tratado sobre las minas de hierro de Ojos Negros, pueblo de Zaragoza», impreso en esta última población en el año 1624.

«Observaciones geognósticas que D. Guillermo Thalacker, Colector del Real Gabinete de Historia Natural de Madrid, hizo en su viaje desde esta Corte a Teruel», ordenado por Christiano Herrgen. «Anales de Historia Natural», tomo II, página 281. Madrid, 1800.

«Registro y relación general de minas de la Corona de Castilla», por D. Tomás González, presbítero. Madrid, imprenta Real, 1832.

«Note sur un gisement de soufre et sur le terrain que le referme dan la province de Teruel», por M. Braun. «Bull. de la Soc. Geol. de France», tomo XII, página 169. París, 1841.

«Descripción geognóstica y minera del distrito de Cataluña y Aragón», por D. Amalio Maestre. «Anales de Minas», tomo III, página 193. Madrid, 1845. Provincia de Teruel, página 287.

«Resumen estadístico razonado de la riqueza producida por la Minería de España durante el año 1844». «Anales de Minas», tomo III, página 407. Madrid, 1845.

«Memoria sobre el estado de la Minería del Reino en fin del año de 1845», presentada al Gobierno de S. M. por el Director general del Ramo. «Anales de Minas», tomo IV, página 403. Madrid, 1845.

«Diccionario Geográfico-Estadístico-Histórico de España y sus posesiones de Ultramar», por D. Pascual Madoz. Madrid, 1846 a 1850.

«Memorias sobre las minas de plata de Hiendelaencina», por D. Ramón Pellico. Madrid, 1846.

«Excursión geológica desde Hiendelaencina a Trillo y a Ablanque, en la parte de la provincia de Guadalajara conocida con el nombre de Alcarria», por D. Joaquín Ezquerro. «Revista Minera», tomo I, página 289. Madrid, 1850.

«Descripción geológica del antiguo corregimiento de Albarracín, en la provincia de Teruel», por D. Santiago Rodríguez. «Revista Minera», tomo II, página 39. Madrid, 1851.

«Noticia sobre las minas de Setiles, en la provincia de Guadalajara». «Revista Minera», tomo II, página 118. Madrid, 1851.

«Excursión geológica de los Sres. Verneuil, Prado y Lorière, por los partidos de Albarracín y Molina». «Revista Minera», tomo II, página 433. Madrid, 1851.

«Apuntes sobre salinas», por D. Sergio Yegros. «Revista Minera», tomo III. Madrid, 1852.

«Coup d'œil sur la constitution géologique de quelques

provinces de l'Espagne». «Bulletin Soc. Geol. France», 2.^a serie, tomo X, página 67. París, 1853.

«Ensayo de una descripción general de la estructura geológica del terreno de España», por D. Joaquín Ezquerro. «Memorias de la Real Academia de Ciencias de Madrid», 1854 a 1857.

«Apuntes sobre las principales minas de Torres y Gea, en la provincia de Teruel», por D. Narciso Guzmán. «Revista Minera», tomo VI, página 239. Madrid, 1855.

«Explotación de la hulla y del hierro en España», por D. Guillermo Schulz. «Revista Minera», tomo VII, página 10. Madrid, 1856.

«Sobre el carbón mineral de la provincia de Teruel». Extracto de un informe oficial del Ingeniero Sr. Martínez Alcibar. «Revista Minera», tomo VII, página 253. Madrid, 1856.

«Algo más sobre el carbón de Utrillas». Noticias de un sucinto informe suscripto por el Ingeniero Sr. Peñuelas en 1854. «Revista Minera», tomo VII, página 295. Madrid, 1856.

«Comunicado», de los Sres. D. Jaime Vicente Gómez y consocios, concesionarios de minas en la cuenca de Utrillas. «Revista Minera», tomo VIII, página 783. Madrid, 1857.

«Comunicado», del Sr. Peñuelas con motivo de las aclaraciones de Alcibar a su artículo sobre la cuenca de Utrillas. «Revista Minera», tomo VIII, página 371. Madrid, 1857.

«Extracto de una Memoria sobre la cuenca carbonífera de Utrillas», escrita en 1854 por D. Lino Peñuelas. «Revista Minera», tomo VII, página 643. Madrid, 1857.

«Memoria que presenta a la Junta de Gobierno de la Sociedad carbonera de Gargallo, el Ingeniero D. Agustín Martínez Alcibar». Madrid, 1857.

«Aclaraciones de D. Agustín Martínez Alcibar al extracto

precedente». «Revista Minera», tomo VIII, página 695. Madrid, 1857.

«Los escoriales de la provincia de Teruel», por D. Agustín Martínez Alcibar. «Revista Minera», tomo IX, página 555. Madrid, 1858.

«Estudios sobre el filón rico de Hiendelaencina», por D. Sergio Yegros. «Revista Minera», tomo X, página 462. Madrid, 1859.

«Reseña física y natural de Molina de Aragón», por Hergueta. Madrid, 1860.

Colección de «Memorias de la Estadística Minera en España», publicadas por orden de la Dirección General del Ramo. Madrid, 1861 a 1916.

«Monografía geognóstica de la cuenca carbonífera de Val de Ariño», por el Ingeniero Jefe del Distrito Minero de Zaragoza D. Agustín Martínez Alcibar, precedido de un artículo acerca de la «Calificación de los carbones de la provincia de Teruel». Madrid, 1862.

«Memoria sobre los depósitos carboníferos de Utrillas y Gargallo», por D. Lucas Aldama. Madrid, 1862.

«Ensayo de descripción geognóstica de la provincia de Teruel», por D. Juan Vilanova y Piera. Madrid, 1863.

«Apéndice a la Monografía geognóstica de la cuenca carbonífera de Teruel», por D. Agustín Martínez Alcibar. Crónica de «Ambos Mundos», número 546.

«Consideraciones generales sobre las cuencas carboníferas de Teruel», por D. Juan Kalkouski. Madrid, 1863.

«Minería de la provincia de Guadalajara en el año 1862». «Revista Minera», tomo XV, páginas 181 y 212. Madrid, 1864.

«Monographie de l'étage aptien de l'Espagne», par M. H. Coquand. (Introduction géologique). Marseille, 1865.

«Crónica de la provincia de Teruel», por D. Pedro Pru-

neda. «Variedades geológicas», página 19. «Minas», página 47. Madrid, 1866.

«Memoria presentada al Consejo de Administración de la Sociedad Española General de Crédito», por D. A. A. y Pujol. Le acompaña un Informe de D. Juan Madariaga acerca de los carbones de Teruel. Madrid, 1867.

«Explication sommaire de la carte géologique de l'Espagne», por Verneuil y Collomb. Paris, 1869.

«Crónica de la provincia de Guadalajara», por D. José María Escudero, página 56. Madrid, 1869.

«Description géologique de la formation crétace de la province de Teruel», por M. H. Coquand. «Bulletin de la Société Geol. de France», 2.^a serie, tomo XXVI, página 144. Paris, 1868 y 1869. Una traducción de este trabajo comienza en la página 33 del tomo XXI de la «Revista Minera». Madrid, 1870.

«Minas de cobre gris de Torres», por D. Lucas Mallada. «Revista Minera», tomo XXI, página 254. Madrid, 1870.

«Description des fossiles du Neocomien de Utrillas et ses environs», par M. M. de Verneuil et G. de Lorière (préface). Le Mans, 1868. Este prólogo se halla traducido en el tomo XXI de la «Revista Minera», página 65. Madrid, 1870.

«Apuntes para una Biblioteca Española de libros, folletos y artículos impresos y manuscritos, relativos al conocimiento y explotación de las riquezas minerales y a las ciencias auxiliares», por D. Eugenio Maffei y D. Ramón Rua Figueroa. Madrid, 1871.

«La Teruelita», por D. Francisco Quiroga y Rodríguez. «Anal. de la Soc. Esp. de H. Natural», tomo II, página 249. Madrid, 1873.

«Carbones minerales de España», por D. Román Oriol y Vidal, página 159. Madrid, 1873.

«Reseña geológica de la provincia de Guadalajara», por D. Salvador Calderón. Madrid, 1874.

«Datos geológicos mineros recogidos en la provincia de Guadalajara y en el terreno de Valdesoto», por D. Felipe Martín Donayre. «Bol. Com. Mapa Geol. de España», tomo I, página 267. Madrid, 1874.

«Apuntes acerca del distrito de Hiendelaencina», por D. Miguel Bautista Muñoz. Madrid, 1875. Aparece una copia en la «Revista Minera», tomo I de la serie B, páginas 70, 83, 91 y 101.

«Sinopsis de las especies fósiles que se han encontrado en España», por D. Lucas Mallada. «Boletines de la Comisión del Mapa Geol. de España». Madrid, 1875 a 1892.

«Minerales de hierro de España», por D. Antonio Hernández. «Bol. Com. Mapa Geológico de España», tomo III, página 369. Madrid, 1876.

«Apuntes para una descripción físico-geológica de las provincias de Burgos, Logroño, Soria y Guadalajara», por D. Juan Manuel Aranzazu. «Boletín Comisión del Mapa Geológico de España», tomo IV, página I. Madrid, 1877.

«Una conífera del trias», por D. Carlos Castel. «Anales Soc. Esp. H. Natural», tomo VII, página 277. Madrid, 1878.

«Reseña física y geológica de la parte NO. de la provincia de Guadalajara», por D. Pedro Palacios. «Boletín Comisión del Mapa Geológico de España», tomo VI, página 277. Madrid, 1879.

«Descripción física, geognóstica, agrícola y forestal de la provincia de Guadalajara», por D. Carlos Castel. «Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España, tomos VII y VIII, páginas 331 y 157. Madrid, 1880 y 1881.

«Bosquejo físico-geológico y minero de la provincia de Teruel», por D. Daniel de Cortázar. «Boletín de la Comi-

sión del Mapa Geológico de España», 1.^a serie, tomo XII, página 263. Madrid, 1885. Criaderos metalíferos: Menas de hierro, página 244; de plomo, página 252; de cobre, página 256; de cinc, página 269; de azogue y antimonio, página 271; de manganeso, página 272. Criaderos de substancias alcalinas, térreo y térreo-alcalinas: Sal común, página 277; alumbre, página 279; palomina, página 281; azufre, página 282; carbones, página 286; arcillas, página 305; succino, página 306.

«Excursión a Sigüenza y Baidés, Guadalajara», por don Francisco Quiroga «Anales de la Sociedad Española de Historia Natural», tomo XVI, actas, página 12. Madrid, 1887.

«Memoria sobre las minas de hierro situadas en Sierra Menera», por D. Ladislao Perea. Bilbao, 1889.

«Catálogo general de las especies fósiles encontradas en España», ordenado por D. Lucas Mallada. «Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España», tomo XVIII. Madrid, 1892.

«Excursión geológica por el partido de Sigüenza, Guadalajara», por D. Lucas Fernández Navarro. «Anales de la Sociedad Española de Historia Natural», tomo XXI, actas, página 93. Madrid, 1892.

«Traité des gites minéraux et métallifères», por Ed. Fusch y L. Delaunay. Tomo II, página 778. París, 1893.

«Geología de los alrededores de Albarracín», por P. D. Leandro Calvo. «Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España», tomo XX, página 319. Madrid, 1893.

«Explicación del Mapa Geológico de España», por don Lucas Mallada. «Memorias de la Comisión y del Instituto Geológico de España». Madrid, 1895 a 1911. Minerales: Criaderos de plata de Hiendelaencina, tomo I, página 489,

año 1895. Criaderos de hierro de la provincia de Teruel, tomo II, página 415, año 1896, y tomo IV, página 291, año 1902; de Guadalajara, tomo II, página 426. Cuencas carboníferas de Teruel, tomo V, página 458, año 1904. Criaderos de azabache, tomo V, página 470; manganeso, tomo V, página 499; arcillas bituminosas, tomo V, página 500. Criaderos de azufre de Libros (Teruel), tomo VI, página 625, año 1907. Turberas de Guadalajara, tomo VII, página 524, año 1911.

«Una huella de *Chirotherium* en Molina de Aragón», por D. Salvador Calderón. «Anales de la Sociedad Española de Historia Natural», tomo XXVI, actas, página 27. Madrid, 1897.

«Recherches géologiques dans le Sud d'Aragon», par A. Dereims. Lille, 1898.

«Existencia del terreno carbónico en Molina de Aragón», por D. Salvador Calderón. «Anales de la Sociedad Española de Historia Natural», tomo XXVII, actas, página 147. Madrid, 1898.

«Existencia del infralíasico en España y Geología Fisiográfica de la meseta de Molina de Aragón», por D. Salvador Calderón. «Anales de la Sociedad Española de Historia Natural», actas, serie 2.^a, tomo VII, página 177. Madrid, 1898.

«Nota acerca de las principales cuencas carboníferas de la provincia de Teruel». Sociedad General de Carbones Teruel. Madrid, 1901.

«Memoria sobre las minas de hierro situadas en Almojaja», por D. Ladislao Perea. Bilbao, 1902.

«Estudios sobre los carbones de Teruel y especialmente sobre la cuenca de Utrillas», por D. Antonio Gascón, con la colaboración de D. Emiliano de la Cruz y Díaz, incluyendo un extracto de los juicios de varios autores, un

informe inédito de D. Manuel Abbad y Boned, y otro de D. José de Sendra. Madrid, 1903.

«Apuntes sobre la cuenca carbonífera de Utrillas», por D. Pablo Fábregas. «Revista Minera y Metalúrgica», tomo LIV, páginas 415 y 461. Madrid, 1903.

«Algunas observaciones sobre la cuenca de Utrillas», por D. A. Gascón. Artículos publicados en la «Revista Minera y Metalúrgica», tomo LIV, páginas 492 y 506. Madrid, 1903.

«Aclaraciones a los apuntes sobre Utrillas», por D. Pablo Fábregas, «Revista Minera y Metalúrgica», tomo LIV, página 545. Madrid, 1903.

«Más observaciones sobre la cuenca de Utrillas», por D. Antonio Gascón. «Boletín Minero y Comercial» del 5 de diciembre de 1903.

«Estudio industrial de la mina de lignito titulada *La Abundancia*», cuya superficie mide 400 hectáreas, situada en el Barranco del Agua, término de Estercuel (Teruel), por D. Manuel Abbad. Teruel, 1904.

«Informe de las minas de lignito *Coto Santa Bárbara* y *La Unión*, situadas en la cuenca de lignitos de Teruel», por D. Manuel Abbad. Teruel, 1904.

«Traité des gisements métallifères», por el Dr. Richard Beck, traducido por O. Chemin, 2.^a edición; página 300, París, 1904.

«Minas de Ojos Negros», por D. Gabriel Puig y Larraz. «Estadística Minera de España de 1907», página 526.

«Informe sobre el criadero de manganeso de Crevillente», por D. Federico de Castro. «Estadística Minera de España de 1907», página 532.

«Traité de géologie», par A. de Lapparent. París, 1908.

«Criaderos de plata de Hiendelaencina», por D. Vicente Kindelan. «Estadística Minera de 1908», página 324.

«Explotación de minerales de hierro en el término de

Setiles por la Compañía Minera de Sierra Menera», por don Vicente Kindelan. «Estadística Minera del año 1908», página 311.

«Los minerales de España», por D. Salvador Calderón. Madrid, 1910. Tomo I: Hiendelaencina, página 62. Aragón, página 356. Castilla, página 360.

«Yacimientos metalíferos», por D. Ramón Adán de Yarza, página 276. Madrid, 1911.

«Memoria mineralógico-minera de la provincia de Teruel», por A. Boscá. Teruel, 1912.

«Los carbones nacionales y la Marina de guerra», por D. Luis de Adaro, página 178. Oviedo, 1912.

«Traité de Métallogénie: Gîtes minéraux et métallifères», por L. de Launay. Tomo II, página 394, Sierra Menera; tomo III, página 89, Hiendelaencina. París et Liège, 1913.

«Memoria relativa a la constitución de la Sociedad Anónima Carbones de Escucha», por D. Luis Sánchez-Blanco. Año 1913. Se ocupa de las minas de hierro de La Zoma (Teruel) en la página 18. Contiene un informe sobre las mismas, página 30, por D. Lucas Mallada.

III

DATOS HISTÓRICOS Y ESTADÍSTICOS

Corto número de antecedentes hemos podido reunir referentes a la historia de las minas de hierro de las provincias de Guadalajara y Teruel, pues en los Archivos y Bibliotecas adonde hemos recurrido, únicamente encontramos notas sueltas procedentes de diversos orígenes.

Como trabajo de conjunto sólo conocemos la *Descripción minera de la provincia de Teruel*, por D. Daniel de Cortázar, inserta en el tomo XII del *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España*, página 501, año 1885.

Esto prueba la poca importancia que se dió a sus minas de hierro; porque si bien es cierto que las de Ojos Negros, Setiles y Tormón adquirieron nombradía por la pureza de sus menas, las producciones fueron siempre reducidas, debido a la falta de vías de comunicación, pues se limitaban a abastecer las ferrerías próximas y algunas de Cuenca, que a su vez se amoldaban a las pequeñas demandas locales.

Si criaderos tan importantes eran casi desconocidos fuera de la región, se comprende que se encuentren aún menos noticias referentes a los de Almohaja, El Pobo, Pardos, Albarracín, etc.

No cabe duda que muchas de esas minas fueron explotadas en épocas remotas. Lo atestiguan la forma de los minados descubiertos a medida que avanzan las explotaciones modernas, las monedas, candiles y otros útiles de trabajo recogidos en los minados de la Compañía Minera de Sierra

Menera. Reproducimos en las fotografías 1 y 2 candiles árabes encontrados en las minas de Ojos Negros.

La referencia más antigua sobre estos yacimientos la hallamos en la *Crónica de la provincia de Guadalajara*, por D. José María Escudero, año 1869, quien al hablar de la Sierra de Molina, en la página 56, se expresa como sigue:

«Por último, en las entrañas de esta Sierra, citada por Estrabón como ejemplo de terrenos abundantes en hierro, se encuentra el tan celebrado por Ambrosio de Morales.»

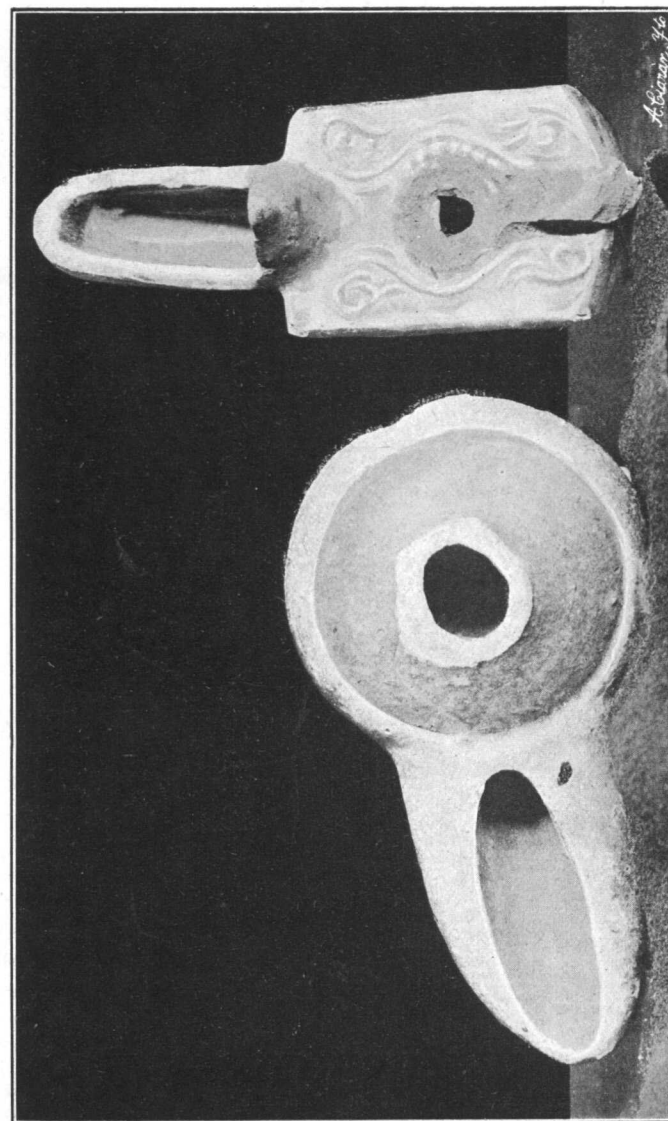
Sabido es que Estrabón fué un célebre geógrafo griego, nacido en Amasia (Capadocia) hacia el año 60 antes de Jesucristo, y Ambrosio de Morales un historiador español que nació en Córdoba por el año 1537.

En el *Registro y relación general de minas de la Corona de Castilla*, por D. Tomás González, se hallan las siguientes noticias procedentes del Archivo general de la Corona de Aragón, papeles de Simancas, que prueban la antigüedad de concesiones mineras en el Señorío de Molina, al que pertenecían los territorios en que radican los más importantes yacimientos de hierro de que vamos a ocuparnos:

Por Real Cédula dada en Antona a 5 de junio de 1522, se hizo merced de por vida al Secretario D. Ugo de Urries de los mineros de hierro y otros metales de los términos de Setiles y Hombrados, tierra de Molina, con tal que pagase la décima parte a S. M.

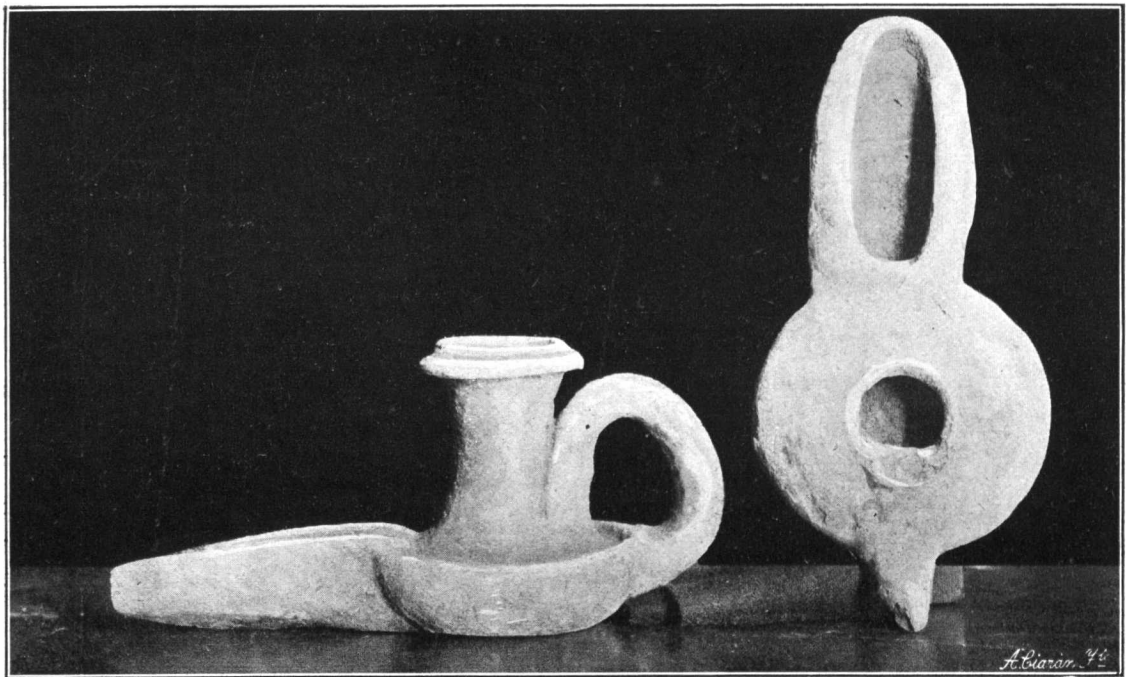
Igual merced se hizo a D. Jerónimo Urries en 22 de febrero de 1526.

En 1.º de noviembre de 1598 se ordenó a las Justicias del Reino que dejasen beneficiar a D. Juan Garcés de Heredia y Pedro Eraso dos minas de hierro que habían descubierto en término de la villa de Checa, así como en 2 de febrero de 1601 se les despacharon Cartas Reales con idéntico objeto.



FOTOGRAFÍA I

Candiles árabes hallados en los minados de Sierra Menera.



FOTOGRAFÍA 2

Candiles árabes hallados en los minados de Sierra Menera.

La del 13 de mayo de 1600 dispone que no se deje beneficiar a D. Miguel Garcés, ni a otra persona en su nombre, una mina de hierro en término de Molina, si no fuera con licencia de S. M. o de Ugo de Urries, quien tenía merced de las descubiertas y por descubrir en dicho término.

En Valladolid, a 31 de octubre de 1605, se dió licencia a Pedro Malo de Morcilla para que pudiese beneficiar unas minas también de hierro del lugar de Setiles, donde dicen Montecillo Redondo, Navas de Don Pedruelo, Palancarejo, Cerrillo Montuoso, Mojón de Tablada, Navalobosa y Hoyos Revicos, que confinan con la Laguna de Carrascalejo, Navalos, Corrales, Sandiারেjo, Solana de la Marojosa (en el Mojón de Aragón), La Cedera y con Las Fraguas, donde llaman El Tormo.

Se hizo idéntica concesión a Juan Blanco y Martín Valiente, en 5 de diciembre de 1605, en término del lugar de Peralejos, jurisdicción de Molina de Aragón y paraje Los Horcalejos, en la umbría donde se juntan los arroyos de los pozos Zarzoso y Forcana.

En la misma capital y año, a 15 de diciembre, se expidió Carta Real autorizando a Martín Sánchez para beneficiar una mina de la misma clase en el término de Setiles, en la Dehesa de Navalobosa, debajo de Peñacorva, entre el camino de dicho lugar y el de El Pobo.

D. Carlos de Arellano obtuvo de Felipe III, en 23 de diciembre de 1608, que la merced que se le tenía concedida sobre varias minas del término de Molina se perpetuara en él y sus descendientes por vínculos y título de mayorazgo.

En 10 de noviembre de 1627 ordena el Rey al Gobernador de Aragón que inmediatamente resuelva en justicia en el pleito entre el citado Arellano y el lugar de Ojos Negros, sobre la posesión de unas minas de hierro sitas en Molina y ocho leguas en contorno.

El Duque de Lerma pide informe al Vicecanciller de Aragón, con fecha 17 de abril de 1637, sobre la petición del mismo Arellano, para que las ocho leguas concedidas alrededor de aquéllas se cuenten desde cualquier parte que sea tierra y jurisdicción de Molina.

En Madrid, a 29 de diciembre de 1637, se otorgó Carta Real al Marqués de Los Vélez para que informara acerca de un memorial presentado por el lugar de Ojos Negros, sobre que se mandara revisar la prohibición que obtuvo D. Carlos de Arellano de entrar en Castilla las tierras que se sacaban de las minas de hierro de su territorio, resolviendo el Consejo del Rey, en 12 de mayo de 1638, conforme a lo solicitado.

A petición de D. Gaspar Rodríguez de Arellano, Conde de Peñarrubias, a quien pertenecían las minas del distrito de Molina y ocho leguas alrededor, incluyéndose también las de Ojos Negros en el Reino de Aragón, se dictó la Cédula de S. M. de 27 de enero de 1683, para que no se permitiera mezclar las escorias en las fábricas, sino que se hicieran legítimamente y de buena ley, y de no verificarlo, multasen a los fabricantes con graves penas.

En el *Discurso de Bayle de Aragón*, escrito en el año 1640 por el Doctor Ximénez de Aragüez, Asesor ordinario de dicho Bayle, dice: «De las minas de hierro de Ojos Negros hizo merced S. M. a D. Carlos de Arellano, con la obligación de que le diese la octava parte de lo que procediese de ellas, por privilegio dado en Madrid a 5 de diciembre de 1613, y en virtud de él tiene firma D. Carlos, proveída a 4 de diciembre de 1615. No cobra el Receptor de la Baylía esta octava parte, porque pende pleito entre el Fiscal y el lugar de Ojos Negros, que pretende por inmemorial, y no por otros títulos, que son suyas.»

En la *Biblioteca nueva de los escritores aragoneses que*

florecieron desde el año 1600 hasta 1640, por D. Félix Latassa, se citan: *Un papel sobre las minas de Ojos Negros*, tomo II, página 519, año 1799, y un *Tratado sobre las minas de hierro de Ojos Negros, pueblo de Aragón*, tomo III, página II, por D. Antonio Fúster y D. Agustín Morlanes, impresos en Zaragoza en el año 1624 por Blas Miedes.

El *Atlas Mayor o Geografía Blaviana*, Amsterdam, año 1672, hace referencia a los hierros de España, y en particular a los de Guadalajara y Teruel, de este modo:

«Los minerales más conocidos y de mayor abundancia se hallan inagotables en la Cantabria, parte de Galicia y Señorío de Molina, señaladamente en Checa, sacándose aquí el mejor hierro, que se reconoce por su mucha suavidad y blandura, y, a caer más cerca del mar, sus herrerías rindieran mayores emolumentos y se buscara aquel hierro más que el de Suecia.»

Arteta de Monteseuro, en el año 1780, en su *Discurso instructivo sobre ventajas que puede conseguir la industria de Aragón con la nueva ampliación de puertos concedida por S. M. para el comercio de América*, dice en el capítulo IX, página 90, al ocuparse de las riquezas minerales:

«Pero las que entre todas deben apreciarse más, por la grande utilidad que puede sacarse de ellas, son las de hierro de Bielsa, Ojos Negros, Almohaja, Zoma, Torres, Noguera y otras partes, que dan materiales inmensos para multiplicar, si quiere, al infinito sus fábricas.»

Cita el Sr. Maffei (D. E.) en las *Obras manuscritas del siglo XVIII*, el *Tratado de Historia Natural de Aragón*, por D. Ignacio de Asso, que, según el primero de estos señores, debe ser copia manuscrita de la *Introducción a la Historia Natural del Reino de Aragón* del mismo autor. La parte de Mineralogía, que ocupa las 52 últimas páginas, la divide en

tres clases: «Piedras», «Minerales» y «Fósiles», y se dan noticias de las minas que existen en Aragón y los sitios donde se hallan los minerales útiles.

Los documentos anteriormente enumerados prueban que desde los primeros años del siglo XVI eran conocidas las minas de hierro de la provincia de Teruel.

El Ingeniero D. Sergio Yegros publicó el año 1851, en el tomo II de la *Revista Minera*, página 118: «Noticia sobre las minas de Setiles, en la provincia de Guadalajara»:

«Como a una legua del pueblo de Setiles, en la provincia de Guadalajara, se halla el cerro que llaman de Peñacorva, constituido por gruesas capas de areniscas calizas, sobrepuestas a otras no menos potentes de hidróxido pardo de hierro, intercaladas de arcillas pizarrosas. En este sitio hay muchas excavaciones de tiempo inmemorial, practicadas todas con objeto de explotar aquel rico mineral que asoma a la superficie en diversos puntos. Lo único que se sabe con certeza es que la casa Bornos, como poseedora de aquellos terrenos, ha seguido sola desde muy antiguo los minados que hoy llevan el nombre de «El Menerazo», hasta que por la benéfica ley de 1825 pudieron fijarse otras Empresas en sus inmediaciones.

»La que primero acometió, sin duda con buen éxito, sus trabajos está formada por el común de vecinos de Setiles, siguiéndola en importancia las conocidas con los nombres de «Rosario» y «Herrero».

»Todas ellas disfrutan el mismo banco de mineral ferruginoso, cuyo espesor no está reconocido, por más que los trabajos avanzan a unos 80 metros de profundidad. Este hecho y la excelente calidad de la masa que se beneficia en diferentes ferrerías de aquella comarca, hacen por sí solos conocer de cuánto interés será el criadero de que nos ocupamos, apenas conocido en la historia de nuestra minería.

»Los productos que hayan rendido y rindan en la actualidad es imposible determinarlos, a causa de la mala organización que tienen las Empresas y, sobre todo, por el completo desorden que ha reinado siempre en su laboreo. Allí debe suponerse, con razón, que jamás ha intervenido una persona concedora de esta industria, puesto que no aparece el más leve indicio de sistema, siquiera por su propia seguridad.

»Las cuatro minas citadas están dadas en arrendamiento a otras tantas Compañías de dos o tres obreros, que no tienen más obligación que la de satisfacer las cortas sumas en que se las han entregado a discreción.

»Con semejante libertad, ya no han tenido que evitar la competencia que pudiera haber entre sí y disponer los trabajos donde tuviesen más segura la venta de sus productos; de consiguiente, los arrieros o conductores del mineral determinan, en la mayor parte de los casos, la mina que ha de estar en labor, según les conviene a su mayor comodidad.

»Si el laboreo de sus minas les es indiferente con tal de que se haga el arranque del mineral sin muchos gastos, aun les ocupa menos la parte administrativa, que se reduce a pagar diariamente los jornaleros y distribuirse en seguida el sobrante de lo que han producido las cargas vendidas.

»De lo dicho puede suponerse cuán difícil será formar un cálculo siquiera aproximado del costo que tiene el disfrute del criadero, ni aun de sus rendimientos, toda vez que el mineral se vende por cargas y no por peso, sucediendo en último resultado una sencillez tan ruinosa en sus cuentas como en las labores que ejecutan.

»A juzgar por lo poco que hemos podido observar en el corto tiempo que permanecemos en estas minas, se ocupan cuatro picadores, que ganan 5 reales diarios, y dos tre-

cheadores, que llevan el mineral al exterior y disfrutan 4 reales, y apreciando en 16 reales el gasto de herramientas, aceite y demás útiles, resultan 44 reales los gastos que tiene cada mina al día, produciendo unas 40 cargas, que venden a 2 1/2 reales. De forma que se reparten entre las cuatro Empresas unos 56 reales diariamente, lo cual viene a ser, poco más o menos, el coste del arrendamiento de todas ellas

»La mina del Conde de Bornos la más antigua, es la que mayores defectos ofrece; se halla en la cumbre del cerro y tiene sus entradas por galerías inclinadas, harto superficiales y penosas para la extracción del mineral, que la practican los operarios por medio de espuestas o sacos de lona que se cargan a la espalda. Luego se hallan espacios de más de 30 varas de elevación, con otro tanto de anchura, que ni tienen un solo pilar, ni se ha guardado la más ligera regla de precaución para su seguridad. Así resultan hundimientos interiores de tanta consideración que inutilizan para siempre su rehabilitación y el disfrute de los ricos minerales que están al descubierto.

»Estos trastornos se hacen sentir de vez en cuando en la superficie y a ellos es debido un barranco que tiene más de 20 varas de profundidad en una extensión de 60 ó 70.

»Cuando se trata de averiguar, no por el examen de los trabajos, que como se ha dicho es imposible, sino de los mismos obreros, el plan o idea que siguen en las labores, se viene en conocimiento de que quieren formar la que se llama de «huecos y pilares», abriendo galerías de 4 a 6 varas de ancho, con el alto de 3 a 6. Pero como en los interesados no preside otro objeto que el de arrancar el mejor mineral que encuentren, sucede constantemente que tan pronto se halla una excavación excesivamente espaciosa y

llana, como una tortuosa y baja, según sea el lienzo del mineral que se proponen arrancar.

»Para esta operación no se emplean otras herramientas que el pico, y en el mismo sitio hacen el apartado de lo útil y zafras, que por lo general las constituyen algunos trozos de arcilla ferruginosa y lo más menudo de la mena.

»Este mismo sistema de verdadera rapiña se sigue en las otras minas, hallándose todas, por lo tanto, en el estado más irregular que puede imaginarse. La perteneciente a los vecinos de Setiles tiene su entrada por una zanja que se empezó a media falda del cerro y sigue a cielo abierto unas 25 varas de longitud, con 10 de ancho y otro tanto de altura. En este gran desmonte, del que se ha sacado mucho mineral, empiezan las labores subterráneas, que aunque cogen bastante extensión se internan, sin embargo, poco en la montaña, lo cual les facilita que puedan llegar las caballerías a cargar hasta los mismos sitios de arranque. Mas como han cometido la imprevisión de socavar por bajo de este piso, sin tener en cuenta el grueso que debían dejarle para que se sostuviese por sí solo, ha sucedido ya más de una vez que se les ha hundido el suelo, produciendo en una ocasión la pérdida de algunas caballerías, que bajaron como por escotillón en un gran agujero que se abrió repentinamente a sus pies

»Como la venta del mineral se hace por cargas, según queda indicado, resulta que los arrieros compran por 2 1/2 reales, en que tienen fijado el valor de la carga, 15 ó 20 arrobas de mineral que puede transportar una caballería fuerte hasta fuera de la pertenencia de la mina; luego la reparten entre dos o tres para conducir las a las ferrerías, donde las entregan por peso. Mas no se crea por esto que los conductores tienen la utilidad: saben muy bien los fabricantes que está admitida esta costumbre, y lo pagan

al precio que les conviene; de modo que, en último término, ellos son los que obtienen la poca utilidad que se saca de las minas.

»Aunque no ha sido posible reconocer estas ferrerías, sabemos que las principales se hallan en Torete a 7 leguas de Peñacorva, y en Zahorejas y Covetas que distan 11. Están montadas en muy pequeña escala, y se sostienen por las pocas aguas del río de Molina y los pinares de Alcolea, que tienen 4 ó 5 leguas, pero producen un hierro de la mejor calidad.

»Tal es, aunque en bosquejo, el cuadro bien poco lisonjero que presenta la minería de aquel término, sin que para remediarla puedan encontrarse recursos en sus actuales explotadores; porque si se les obligara a trabajar bajo un plan metódico y seguro, ni sería fácil desengañarlos de sus antiguas costumbres, ni podrían subvenir a los costosísimos gastos que para preparar las labores se necesitasen.

»¿Pero estas circunstancias hacen disimulables en algún caso la rapiña y saqueo de los criaderos? En nuestro juicio, nunca dispensan a las autoridades y delegados del Gobierno de intervenir, con más o menos rigor, unas operaciones en que no sólo se perjudican los intereses generales, sino que se arriesga con frecuencia la vida de los obreros.»

También en el tomo XIII de la misma Revista, año 1862, se ocupaba el Sr. Yegros de la «Industria minera de la provincia de Guadalajara en 1861» y decía:

«*San Antonio*.—Esta mina, que se ha explotado durante muchos años por el común de vecinos de Setiles considerándola como una finca de sus propios, pertenece hoy día a cuarenta vecinos de aquella misma población, aunque ignoramos los contratos que hayan mediado para esta variación de dominio. El reciente reconocimiento que de ella ha hecho el Ingeniero del Cuerpo D. Mariano Santa Cruz,

con objeto de recoger muestras para la Exposición de Londres, nos ha puesto en el caso de saber que su explotación se viene haciendo con el mismo desarreglo y falta de conocimientos en el arte que tenemos consignado en un trabajo publicado en el año 1851 (en el tomo II de la *Revista Minera*, página 118); a él, pues, nos referimos en el caso de querer tener más detalles para conocer la necesidad de que las minas de hierro se sometan a una vigilancia más directa e inmediata de los Ingenieros, si se han de lograr las ventajas económicas y la seguridad individual, que casi nunca se atiende en esta clase de explotaciones.

»*Virgen del Rosario*.—Esta mina, que se halla sobre la misma masa ferruginosa que la anterior, pertenece a diez vecinos del citado pueblo de Setiles, y son aplicables exactamente para ella las mismas consideraciones que hemos hecho para la anterior. Sus rendimientos son algo menores, a causa de que estando peor situada su bocamina se hace más difícil la extracción de los minerales, y solamente cuando escasean en «San Antonio» van los arrieros a abastecerse de aquélla.

»Para una y otra hemos graduado el número de operarios invertidos diariamente y el producto en quintales métricos, por nuestras propias observaciones y los datos extraoficiales que hemos podido adquirir, pues las relaciones que han remitido al señor Gobernador los administradores de ellas son tan absurdas, que bastará saber que ponen como superficie demarcada para la «Virgen del Rosario», por ejemplo, 24 metros cuadrados; como producto de minerales en quintales métricos 1.200 reales, y así de los demás datos que les tenía reclamados. De otros varios pozos de la localidad tenemos noticia que se sacan minerales; pero aunque se nos ha asegurado que pertenecen a minas demarcadas, no nos atrevemos a consignar dato al-

guno acerca de ellas, porque en las oficinas de este Gobierno civil no existen sus expedientes, ni antecedente alguno explícito que nos haga conocer la legitimidad y extensión de estas concesiones, a excepción de la mina llamada «San Miguel», que tiene una pertenencia de 13.974,57 metros cuadrados, pero que se halla paralizada hace tiempo por cuestiones con sus colindantes citadas, «San Antonio» y «Virgen del Rosario», y acaso también por la poca demanda de minerales. Este es un comprobante más del desbarajuste que reina en el disfrute de estos criaderos.

»Cuando el carbón mineral se halle a un precio conveniente en aquellas localidades, tenemos la confianza de que estos criaderos se explotarán en grande escala y con pingües rendimientos, porque sobre ofrecer el país buenas condiciones de materiales, obreros y saltos de agua en abundancia, tenemos también la experiencia de que el hierro dulce que hoy se produce es acaso el mejor que se presenta en nuestros mercados. Mientras esto no suceda, hay que temer una progresiva decadencia en la industria ferrera de esta provincia, en razón a la escasez de monte para el carboneo y a las dificultades y trabas que de día en día se aumentan a los propietarios de las ferrerías para la adquisición del combustible que necesitan.»

El mismo Ingeniero, en el tomo XV de la citada Revista, año 1864, en una nota sobre la «Minería de la provincia de Guadalajara en el año 1862», dice: «De las minas de hierro se inferirá su insignificancia por su corta producción, y esto no es verdad porque su criadero haya disminuído, pues su gran masa continúa casi intacta, a pesar de la rapiña en que se viene explotando hace años, sino porque las ferrerías de las inmediaciones apenas funcionan algunas temporadas en el año.

»La producción de hierro es tan insignificante que ni aun

para el consumo de la provincia basta: 3.277 quintales métricos entre cinco fábricas es una cantidad que, a no constarnos las dificultades con que luchan por la falta de combustible principalmente, no la aceptaríamos como exacta por lo pequeña. Y sin embargo, es de tan buena calidad este metal que en el comercio de Madrid suele pagarse a más precio que ningún otro hierro, y merced a esto pueden cubrir los fabricantes con algunas ventajas los gastos de su afanosa industria. La arroba de este hierro se vende en Madrid, Guadalajara y otros mercados de sus alrededores a 24 reales cuando menos; de consiguiente, han creado estas ferrerías un valor en el año próximo pasado de 542.292 reales aproximadamente.»

Lo que el Sr. Yegros decía de las minas de Setiles, seguramente ocurría en las de Ojos Negros, que les son colindantes, pues radican aquéllas en la ladera de Poniente de la Sierra Menera y las últimas en la de Levante.

En el año 1885 se publicó en el tomo XII del *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España*, el «Bosquejo físico, geológico y minero de la provincia de Teruel», por D. Daniel de Cortázar, dedicando una parte a la «Descripción minera».

Así comienza el capítulo referente a «Menas de hierro»: «A pesar de ser numerosos, carecen de verdadera importancia industrial los criaderos de hierro de la provincia, porque en la actualidad las minas de esta clase, si han de ser beneficiables, necesitan reunir condiciones excepcionales, por decirlo así, de abundancia, calidad y facilidad para la explotación. Hay, no obstante, alguna que, si cambiase alguna de estas circunstancias, podría dar lugar, con dirección inteligente, a una explotación ordenada y fructífera.»

Como resultado de sus estudios, deducía el Sr. Cortázar: «En resumen, los criaderos de hierro de la provincia de

Teruel, si bien se han explotado algunos de ellos desde tiempo inmemorial, según lo atestiguan los depósitos bastante considerables de escorias de Albarracín, de la Menera y otras, realmente no se han beneficiado sino muy contados de los que arman en el terreno siluriano, pudiendo decirse que en nuestros días la explotación se ha limitado a las minas «Aragón», del término de Ojos Negros, y «Santiago», del de Albarracín, pues apenas merece señalarse «La Fortuna», en término de Gea, que dió alguna producción en cada uno de los años 1876, 1877, 1878 y 1879, ni menos la «Pepita», en Torres, que oficialmente figuró con exiguo contingente en el año 1872.»

El mencionado trabajo se hizo cuando aun no se conocía la verdadera importancia que tenían las minas de Ojos Negros, por la falta de labores de investigación. Se refería a un período de veinte años, desde el 1865 al 1885, durante el cual la producción máxima de minerales de hierro, que fué en 1871, sólo llegó a 2.400 toneladas métricas, disminuyendo sensiblemente en los últimos años por la escasez de combustible vegetal para alimentar los hornos de las ferrierías.

Al cabo de treinta años, la industria minera ha sufrido profunda transformación, alcanzando gran desarrollo, que empezó a iniciarse en 1901.

En la Estadística Minera de 1913, formada por el Consejo de Minería, aparecen en quinto y séptimo lugar las provincias de Teruel y Guadalajara, con 662.307 y 278.528 toneladas métricas, producidas por las concesiones que la Compañía Minera de Sierra Menera explota en Ojos Negros y Setiles.

Para alcanzar esas cifras ha sido preciso abrir grandes rozas, establecer una red de vías de comunicación por medio de líneas férreas y de planos inclinados, construir un fe-

rrrocarril de 208 kilómetros desde Ojos Negros a Sagunto, habilitar un puerto para embarque de los minerales, etc.

Otras muchas industrias se han desarrollado al amparo de la minera, entre las que ocupa primer lugar la fabricación de aglomerados de hierro, encontrando ocupación diaria en todos los servicios de la Compañía unos 3.000 obreros, por término medio.

La construcción del Ferrocarril Central de Aragón, desde Calatayud a Valencia, que fué puesto en explotación a mediados del año 1900, animó el espíritu minero de la comarca, pues con él se disponía de medios de transportes bastante más económicos para llevar los minerales a los puertos del Mediterráneo, lo que era imposible hacer antes de esa fecha, porque además de la distancia al mar, que pasaba siempre de 200 kilómetros, ni siquiera existían carreteras en la comarca.

Con los reconocimientos hechos durante los años de 1898 y 1899 en la Sierra Menera por los Sres. Echevarrieta y Larrinaga, en las minas de Ojos Negros, Setiles y Tor-desilos, se pudo apreciar la existencia de importantísimas masas con el 50 por 100 de Fe. metálico.

Las investigaciones de Almohaja indicaron otros yacimientos notables.

Desde el 1900 al 1905 se hicieron trabajos en varios afloramientos de Setiles, El Pobo, Hombrados, Pardos, Checa, etc., de la provincia de Guadalajara, y en Noguera, Calamocha, Albarracín, Bronchales, etc., de Teruel. La mayor parte fueron labores muy someras que no dieron el resultado que con ellos se buscaba, esto es, descubrir masas análogas a las de Ojos Negros y Setiles.

Fuera de la Sierra Menera y de las investigaciones de Almohaja, nada se ha hecho que merezca el nombre de explotación minera.

En Teruel se han practicado investigaciones, durante los años de 1912 y 1913, en los yacimientos de Bezas-Saldon por la Compañía del Ferrocarril Central de Aragón. Eran yacimientos casi desconocidos en los que se han puesto a la vista alrededor de un millón de toneladas de minerales, en su mayoría de baja ley.

Los reconocimientos en las otras minas no han pasado de ser verdaderas calicatas.

Es indudable que el costo muy elevado de los transportes es la principal causa del retraimiento de los capitales, pues impide beneficiar algunos pequeños criaderos con minerales que reúnen las condiciones físicas y químicas que las fábricas siderúrgicas exigen.

A pesar del enorme impulso que en los últimos años ha tenido la minería, siguen sin investigar casi todos los yacimientos, y pudiera hoy repetirse lo que decía el Sr. Cortázar hace treinta años.

Las estadísticas oficiales dan las siguientes cifras sobre la producción de minerales de hierro:

Provincia de Guadalajara.

Años.	Quintales métricos.	Años.	Quintales métricos.
1861	14.847	1872	10.000
1862	5.042	1873	16.000
1863	4.950	1874	»
1864	4.020	1875	4.715
1865	4.020	1876	4.800
1866	4.040	1877	4.715
1867	4.040	1878	3.018
1868	8.627	1879	2.481
1869	4.651	1880	1.427
1870	»	1881	980
1871	16.450	1882	1.040

Provincia de Teruel.

Años.	Quintales métricos.	Años.	Quintales métricos.
1865	3.432	1875	6.900
1866	3.432	1876	9.625
1867	1.000	1877	9.420
1868	7.500	1878	6.935
1869	8.400	1879	6.910
1870	11.000	1880	2.980
1871	24.000	1881	5.000
1872	8.100	1882	»
1873	9.290	1883	2.000
1874	6.019	1884	»

Desde el año 1883 al 1908 no figura la provincia de Guadalajara produciendo minerales de hierro, y casi lo mismo ocurre en la de Teruel, porque desde el 1895 al 1899, ambos inclusive, sólo se arrancaron 456 toneladas métricas, procedentes de las labores de investigación en toda la Sierra Menera.

La segunda etapa dió principio en el año 1907, en el que si no aparece la provincia de Guadalajara, es debido a que la pequeña producción de Setiles está englobada en la de Ojos Negros.

Provincia de Guadalajara.

Años.	Toneladas métricas.	Años.	Toneladas métricas.
1907	»	1912	256.292
1908	27.763	1913	278.528
1909	120.207	1914	163.710
1910	193.953	1915	54.786
1911	236.164	1916	36.375



Provincia de Teruel.

Años.	Toneladas métricas.	Años.	Toneladas métricas.
1907	215.845	1912	676.840
1908	111.051	1913	662.307
1909	289.811	1914	375.360
1910	481.587	1915	379.907
1911	545.702	1916	483.275

En las estadísticas a que hacen referencia estos datos, se asigna a los minerales hasta el año 1885 una ley media de 30 a 33 por 100 de hierro metálico, lo que distaba mucho de la realidad, porque es natural que los mineros y fundidores no eligieran menas pobres cuando tan abundantes tenían a mano las de 50 por 100, sobre todo si se tiene en cuenta que las beneficiaban en forjas a la catalana, al carbón vegetal, que requerían minerales muy puros. Desde el 1907 se les ha asignado una ley media de 48 a 50 por 100.

La producción actual de Guadalajara procede de las concesiones «Leonardo» y «San José». La de Teruel de «Pilarica», «Teresa» y «La Casual».

De lo difícil que siempre fué obtener datos y antecedentes para formar la Estadística Minera, es prueba lo que en el año 1873 decía el Ingeniero Jefe del Distrito de Teruel a la Junta Superior Facultativa de Minas: «Sigue aún ignorándose la superficie correspondiente a la mina «Aragón», y sólo se sabe, por conducto del Alcalde de Ojos Negros, que fué concedida por el Jurado de dicho pueblo a D. Jorge Bande en el año 1842 y ocupa todo el término municipal, cuya extensión se desconoce.»

Aunque es un hecho sabido que en todo tiempo hubo ocultaciones en las declaraciones de producción de las mi-

nas, Teruel y Guadalajara ocuparon lugar preferente bajo ese concepto, pues la primera aparece repentinamente como productiva en el año 1865 con 3.432 quintales métricos, lo que es tanto más de extrañar cuanto que todos los antecedentes confirman que antes de esa fecha las de Ojos Negros y Tormón eran las que casi exclusivamente suministraban las menas para las ferrerías. Tan verosímil es esto, que en el informe dado por la Junta de Agricultura, Industria y Comercio de la provincia de Teruel, en el año 1865, contestando al *Interrogatorio sobre el plan general de caminos de hierro*, se decía que en 1864 las minas de hierro eran ocho, radicando una en Albarracín, cuatro en Aliaga y tres en Tormón, «tan ricas éstas que, aun ahora que no hay un mal camino vecinal, se extraen 300.000 arrobas de mineral para el consumo de parte de esta provincia y de la de Cuenca».

Admitiendo que las estadísticas oficiales no son exactas, no obstante, indican con mucha aproximación el desarrollo de la industria minera en las regiones y fechas a que se refieren, y de las cifras expuestas se deduce que hasta el 1907 la explotación de las de hierro fué muy pequeña, siendo el período de mayor actividad desde el 1871 al 1874.

Desde el año 1907 que empezaron los trabajos en las minas de Ojos Negros y de Setiles por la Compañía Minera de Sierra Menera, es cuando realmente figuran las dos provincias como productoras de minerales de hierro.

Visto lo ocurrido, cabe preguntar: ¿Se hubiera llegado a idéntico resultado si en vez de un coto de 1.479 hectáreas formado por 22 concesiones, la mayor de 264 pertenencias, se tratara de pequeñas concesiones en poder de varios particulares? Seguramente que las cosas hubieran pasado de diferente modo.

El resultado obtenido en la Sierra Menera es una enseñanza que debe ser aprovechada cuando se trate de legislar en España sobre el modo de obtener y conservar la propiedad minera, esto es, procurando dotarla de suficiente extensión superficial para garantizar su posterior desarrollo, y con la obligación de investigar las minas en período de tiempo limitado.

La totalidad de los minerales producidos hasta el año 1883 se destinaba a la obtención de hierro dulce en forjas a la catalana, que desaparecieron a medida que el carbón vegetal escaseaba y desde el momento en que las fábricas siderúrgicas emplearon modernos procedimientos indirectos para su obtención en condiciones económicas que hacían imposible toda competencia.

Además, hasta el año de 1900 en que se abrió al servicio público el Ferrocarril Central de Aragón, que enlazó la provincia de Teruel con la red general de ferrocarriles españoles, no se contaba en la provincia con otro medio de comunicación, siendo hasta entonces poco conocida esa comarca, a la que no se podía llegar sino después de un viaje largo y penoso, resultando inútil que año tras año los Ingenieros del Cuerpo de Minas llamaran la atención de los Gobiernos y de los particulares sobre la importancia que tenían los yacimientos de hierro y advirtieran que la falta de vías de comunicación era el principal obstáculo que se oponía a su aprovechamiento.

La producción de hierro forjado, según las estadísticas oficiales, fué:

Provincia de Guadalajara.

Años.	Hierro forjado. — QUINTALES MÉTRICOS	Años.	Hierro forjado. — QUINTALES MÉTRICOS
1861	3.512	1874	1.000
1862	3.278	1875	1.600
1863	2.791	1876	1.000
1864	3.475	1877	1.614
1865	2.807	1878	3.844
1866	1.968	1879	604
1867	1.801	1880	5.600
1868	2.876	1881	2.050
1869	1.500	1882	1.380
1870	»	1883	1.160
1871	3.000	1884	370
1872	1.270	1885	390
1873	1.270	1886	»

Provincia de Teruel.

Años.	Hierro forjado. — QUINTALES MÉTRICOS	Años.	Hierro forjado. — QUINTALES MÉTRICOS
1866	1.000	1875	1.750
1867	»	1876	1.080
1868	»	1877	1.068
1869	1.738	1878	1.067
1870	»	1879	1.067
1871	1.738	1880	1.059
1872	1.125	1881	600
1873	1.125	1882	1.200
1874	1.343	1883	»

Las cifras precedentes se refieren sólo a los datos facilitados por las cinco o seis ferrerías que oficialmente funcio-

naban de un modo permanente on Orihuela del Tremedal, Torres, Albarracín, Checa y Gea.

Pero tenemos noticia de que existieron otras menos importantes, como las de Hozseca y el Martinete en Peralejos, Puente del Campillo en Zaorejas, Torete en Torral, Garabalea en Peñalen, Corduente, Oréa, Somolinos y Arroyo de Fraguas en los pueblos de estos nombres, Los Chorros en Tragacete, Ciriaco en Huélamos, San Pedro de Valentino en el pueblo del mismo nombre, que hoy no existe.

Puede afirmarse que en cualquier sitio del país donde hay una fuente o manantial se fundieron antiguamente minerales, pues en sus inmediaciones se encuentran restos de escoriales.

Entre los más notables se hallan el situado en la falda de Levante de la Menera, cerca de la Fuente del Peral, término de Ojos Negros, donde existió el poblado de Herrera, del que aun quedan vestigios y restos de la iglesia, pudiendo señalarse el emplazamiento de los edificios que principalmente debieron ser ferrerías.

Se encuentran grandes escoriales en La Virgen Vieja de Almohaja, arroyo de Valdelobre en Peracense, arroyo de Mierla entre Ojos Negros y Villafranca, en las Sierras de Molina, Alta, del Tremedal y de Albarracín, de la provincia de Teruel.

En El Pedregal, La Herrerueta, Mingalvo, Franzuela, Villar, Los Casares, Checa, Oréa, Pardos, Arroyo de Fraguas, El Ordial, Dehesa de Terol, Monte del Escorial y Las Fraguas, de Guadalajara.

Es frecuente encontrar parajes que llaman «Las Meneras», «Los Menares», «Menerazo», «Menerillo» y «Meneruelas», que son voces con que también se designaban las minas en la comarca.

Tenía fama la calidad del producto obtenido en estas ferrerías por ser a propósito para la elaboración de herramientas, hasta el punto que, según la Estadística Minera del año 1882, gran parte del de Peralejos se transportó a Madrid, a pesar de la mucha distancia que separa este pueblo de la estación de Sigüenza.

En la correspondiente al año 1869 se dan algunos detalles de cómo se hacían las operaciones en la ferrería de Torres, donde había instalada una rueda de 12 caballos de fuerza:

«El mineral, que puesto en fábrica valía 0,800 de escudo el quintal métrico, se calcinaba previamente en «raguas» (muros circulares).

»La operación duraba diez días, y en la forja se obtenían cada veinticuatro horas seis tochos que en conjunto pesaban 237 kilogramos.

»La carga para obtener un tocho se componía de 465 kilogramos de mineral calcinado y 330 de carbón que suministraban los pinares de la Sierra de Albarracín, situados entre Griegos y Tramacastilla.

»El personal en esa fecha se componía de los operarios siguientes: dos fundidores, un tazador o ayudante, dos picadores de carbón, un cisquero y guarda, y un administrador.»

Arteta de Monteseuro en el año 1780, en el *Discurso* a que anteriormente hemos hecho referencia, tratando de las ferrerías de Aragón y de los adelantos industriales de que éstas eran susceptibles convirtiendo el hierro en acero, se expresa del siguiente modo:

«Veamos las utilidades que producen las fábricas de hierro a los cinco pueblos del partido de Albarracín, Xea, Orihuela, Torres, Tormón y San Pedro. Cada fábrica trabaja regularmente cada año diez mil arrobas, dexa de ganancia

dos reales de plata por arroba, son veinte mil reales de plata; beneficiado después en piezas menudas aumenta su valor doce reales de plata y en piezas gruesas ocho reales de plata; contando uno con otro a diez, da cada ferrería de ganancia al año cien mil reales de plata que, aumentados a los veinte mil, son ciento veinte mil reales de plata, o doce mil pesos fuertes, y por consiguiente, beneficiado todo el hierro de las cinco ferrerías del partido de Albarracín, dexa anualmente de ganancia sesenta mil pesos fuertes.»



MAPA GEOLOGICO DE LA ZONA DE HIERROS

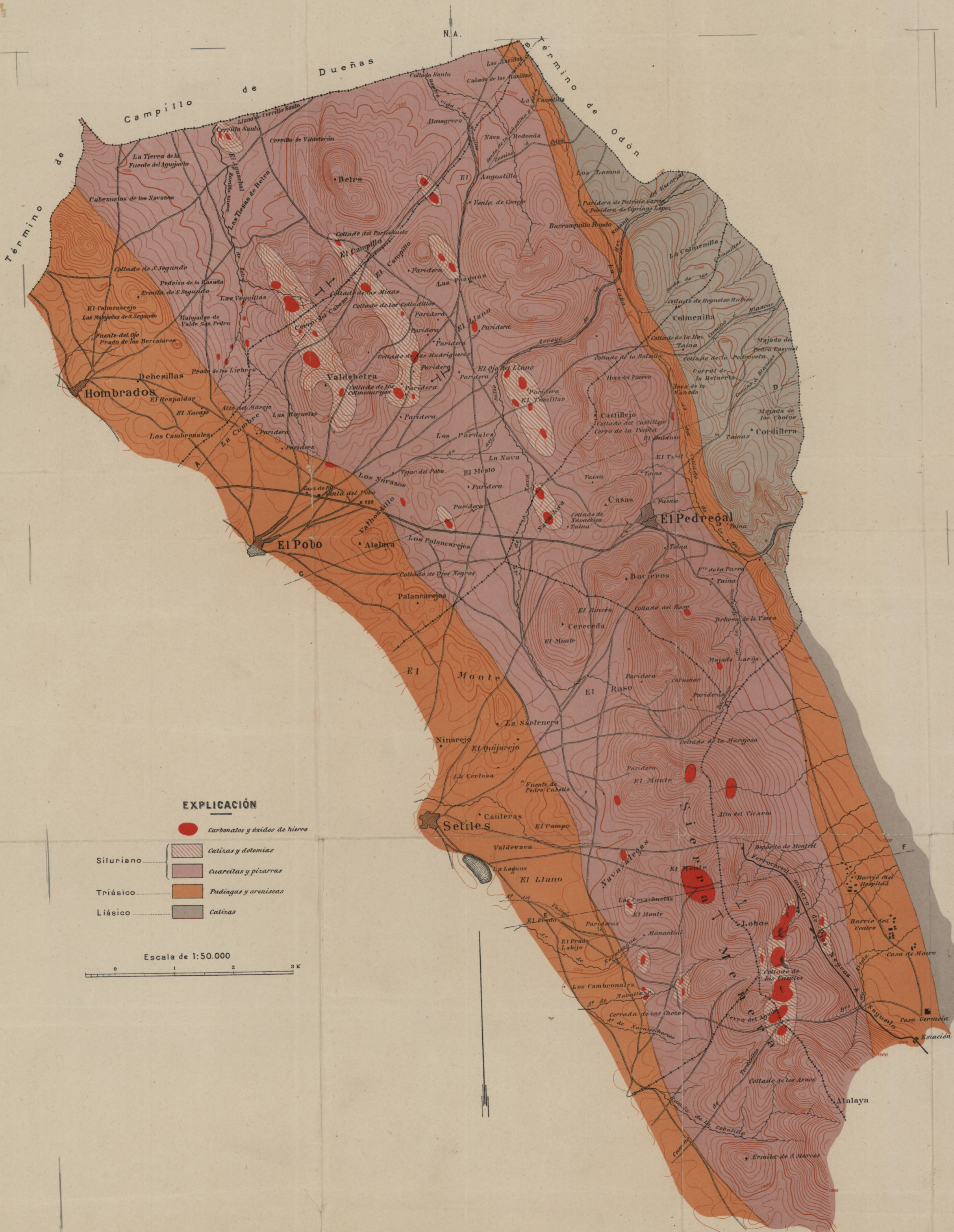
DE LOS TÉRMINOS DE

HOMBRADOS, EL POBO, SETILES TORDESILOS Y OJOS-NEGROS. (Guadalajara y Teruel.)

POR

D. VICENTE KINDELÁN.

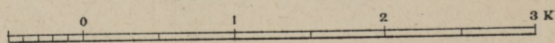
Ingeniero de Minas.



EXPLICACIÓN

- Carbonatos y óxidos de hierro
 - Calizas y dolomías
 - Cuarcitas y pizarras
 - Pudingas y areniscas
 - Calizas
- Siluriano
- Triásico
- Liásico

Escala de 1:50.000



IV

YACIMIENTOS DE HIERRO EN EL SISTEMA SILURIANO

SITUACIÓN Y DATOS PETROGRÁFICOS

Los criaderos de hierro reconocidos como más importantes en las provincias de Guadalajara y Teruel arman en el terreno siluriano.

Como su origen está íntimamente ligado a la naturaleza de algunas de las rocas que componen el sistema, así como a los movimientos y trastornos que han experimentado, comenzaremos haciendo una breve descripción geológica de las regiones donde aparecen minerales ferruginosos.

En la provincia de Guadalajara los sedimentos silurianos, que forman casi todas las líneas de cordilleras que la cruzan, ocupan gran extensión en su parte N. O., constituyendo el manchón de las serranías de Atienza y de Tamañón que, con el ramal del Alto Rey, se consideran como eje y terminación de la cordillera Carpeto-Vetónica, divisoria de aguas de los ríos Ebro y Tajo.

En las regiones E. y SE. se presentan varios isleos.

El más interesante es el macizo montañoso que arrancando del término de Hombrados penetra en el territorio «Turolense» por Ojos Negros, siguiendo hasta las inmediaciones de Villar del Saltz (láminas I y II).

Toma distintos nombres, según los pueblos principales

que se asientan en sus derrames, tales como Sierra de El Pedregal, de El Pobo, de Hombrados, de Setiles, de Almohaja, etc. La parte que linda por Levante con el término de Ojos Negros y por Poniente con Setiles y Tordesilos es la Sierra Menera.

El cerro de San Ginés, próximo a Peracense, y los de La Coronilla y La Camarera Grande, del Campillo de Dueñas, vienen a ser la prolongación Sur el primero y Norte los dos últimos de este trozo de formación siluriana.

La orientación media del levantamiento, salvo accidentes locales, es de NO. a SE. Está constituido según un eje anticlinal bien definido en las cumbres de la Menera, cerros de Enmedio y de la Pedregosa, Cabezo Aguda y Collado de la Fuente (láminas II, III y IV), apareciendo repetidamente las mismas clases de rocas en las dos laderas de la Sierra, lo que puede dar lugar a que se tomen por capas diferentes, lo que en realidad no es sino el resultado de fallas que han producido saltos y de una denudación intensísima.

Este conjunto orográfico forma, en parte, la divisoria de las provincias de Guadalajara y Teruel, perteneciendo a las vertientes de Levante los términos municipales de Pozuel del Campo, Ojos Negros, Villar del Saltz, Peracense y Almohaja, de la primera provincia; mientras que en las del Oeste se hallan los de Hombrados, El Pobo, Setiles, El Pedregal y Tordesilos, de la segunda.

El afloramiento siluriano que le sigue en importancia por la cantidad de minerales de hierro que encierra, es el de la Sierra de Pardos, dirigido también de NO. a SE., desde el término de Mazarete por el Norte hasta los de Rueda y Herrera por el Sur, en las inmediaciones del extremo occidental de la Sierra de los Castillejos de Zafra, de formación triásica. Comprende parte de los términos de Pardos, Cana-

les de Molina, Aragoncillo, Palmaces, Anquela del Ducado y Mazarete.

Otros dos pequeños islotes asoman en la provincia. Uno, situado al Oeste de Molina de Aragón, forma una estrecha faja desde el término de Torremocha del Pinar al de Terraza, con una anchura que apenas alcanza en algunos sitios un centenar de metros.

El otro, aun de menores dimensiones, es el Cerro de Otero, al Norte de la Sierra de Pardos y próximo al poblado de Rata.

Por último, el afloramiento de Checa y Oréa es continuación de las Sierras del Tremedal y Alta, de la provincia de Teruel.

En ésta aparece el siluriano en siete manchas, tres en la región N. O. y la cuarta al SE. de Monforte, sin que tengamos noticias de que en ellas se hayan descubierto yacimientos de hierro.

La quinta mancha es la Sierra de Almohaja con la vertiente oriental de la Menera, salvo una pequeña intercalación de rocas triásicas. Es la más notable por los célebres criaderos de Ojos Negros.

La sexta, situada en la región S. O. de la provincia, penetra en la de Guadalajara por Checa y Oréa. La Sierra Alta y la del Tremedal están constituidas por materiales silurianos y en sus vertientes se hallan parte de los términos de Torres, Noguera, Orihuela del Tremedal y Bronchales.

El séptimo afloramiento se encuentra al SO. de Albarra-cín, formando la casi totalidad de la Sierra de este nombre y la del Collado de la Plata, entre las villas de Gea, Tormón y Bezas.

Los sedimentos más antiguos que se apoyan sobre estos silurianos corresponden a la época triásica y siempre lo hacen en estratificación discordante (fotografías 3, 4 y 5).

Esta discordancia denota que entre el depósito de unos y otros hubo un movimiento orogénico, y como quiera que la región de que tratamos se halla al borde oriental de la meseta ibérica en que actuó el levantamiento herciniano, con éste debe relacionarse el plegamiento de las capas siluriánas. Dicho movimiento se supone tuvo lugar entre los períodos medio y superior de la época carbonífera.

La ausencia de capas devonianas, dinantienses y estefanienses, puede ser debida a un hiato en la sedimentación a causa de una regresión marina, o bien a su demolición durante el tiempo que el terreno emergido estuvo expuesto a los agentes externos antes de depositarse los sedimentos secundarios.

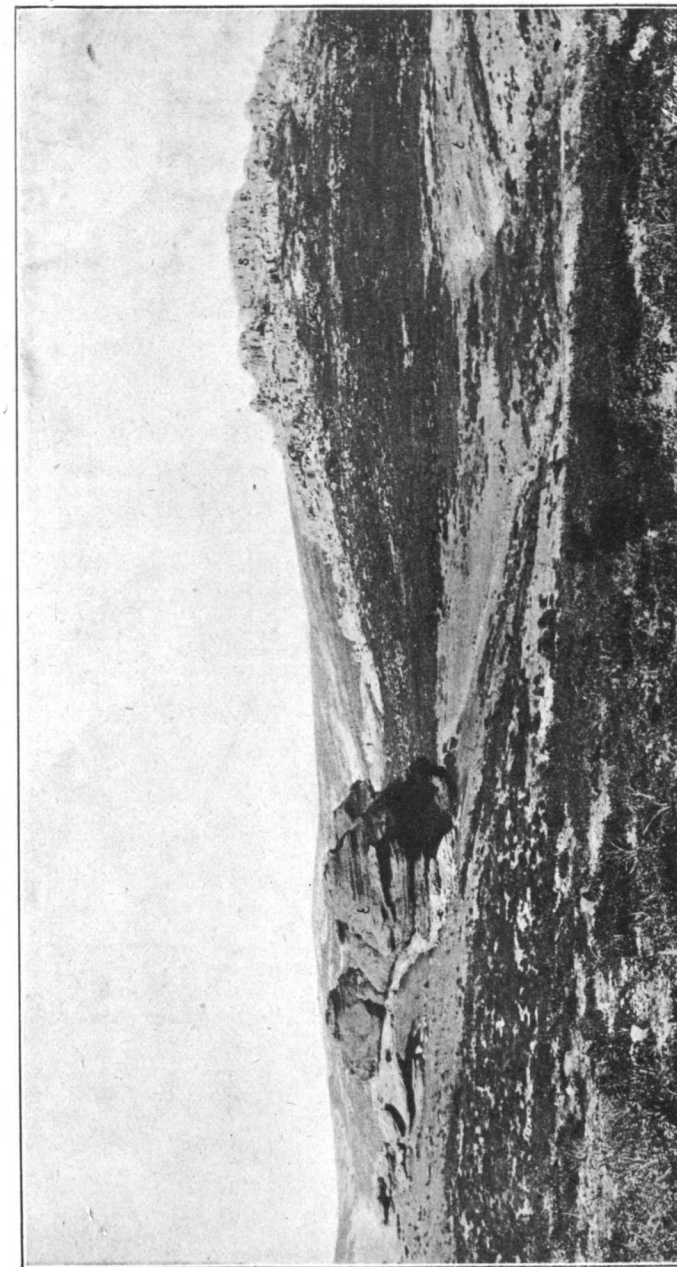
Pero a su vez éstos, en discordancia con los silurianos que les sirven de asiento, aparecen más o menos desviados de su primitiva posición, aunque sus trastornos estratigráficos son mucho menos intensos que los que se revelan en la formación siluriana. Por el contrario, los sedimentos lacustres miocenos conservan casi siempre su posición horizontal o muy próxima a ella.

Todo esto induce a creer que el movimiento orogénico pirenaico repercutió también en esta región, aunque mucho más débilmente que el herciniano.

Pero no sólo las fuerzas endógenas del globo han contribuido a formar el relieve orográfico, sino que la denudación ha tomado parte muy principal (fotografías 6, 7, 14 y 15).

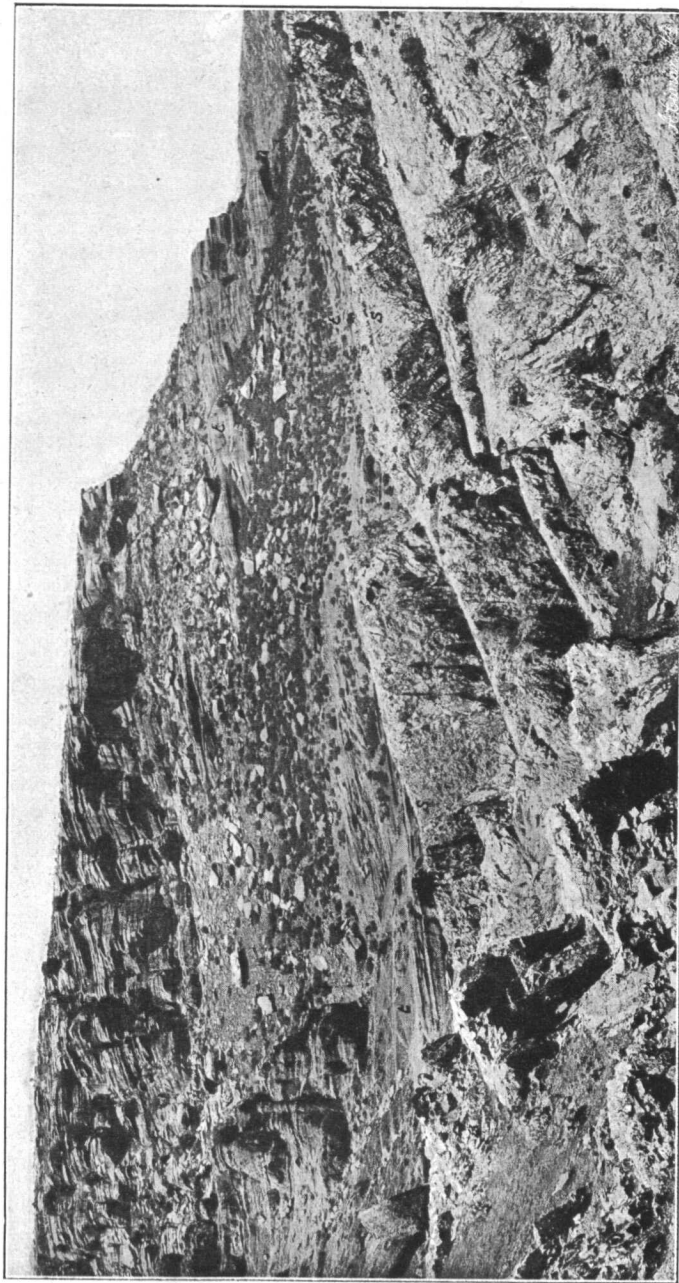
Por esta causa, cuando las rocas que predominan son cuercitas, las cumbres afectan atrevidas formas con crestones alineados en filas paralelas que señalan el arrumbamiento medio de las capas. Cuando están constituidas por pizarras, son crestas más o menos redondeadas según el grado de descomposición.

Las rocas esenciales del terreno siluriano son pizarras y



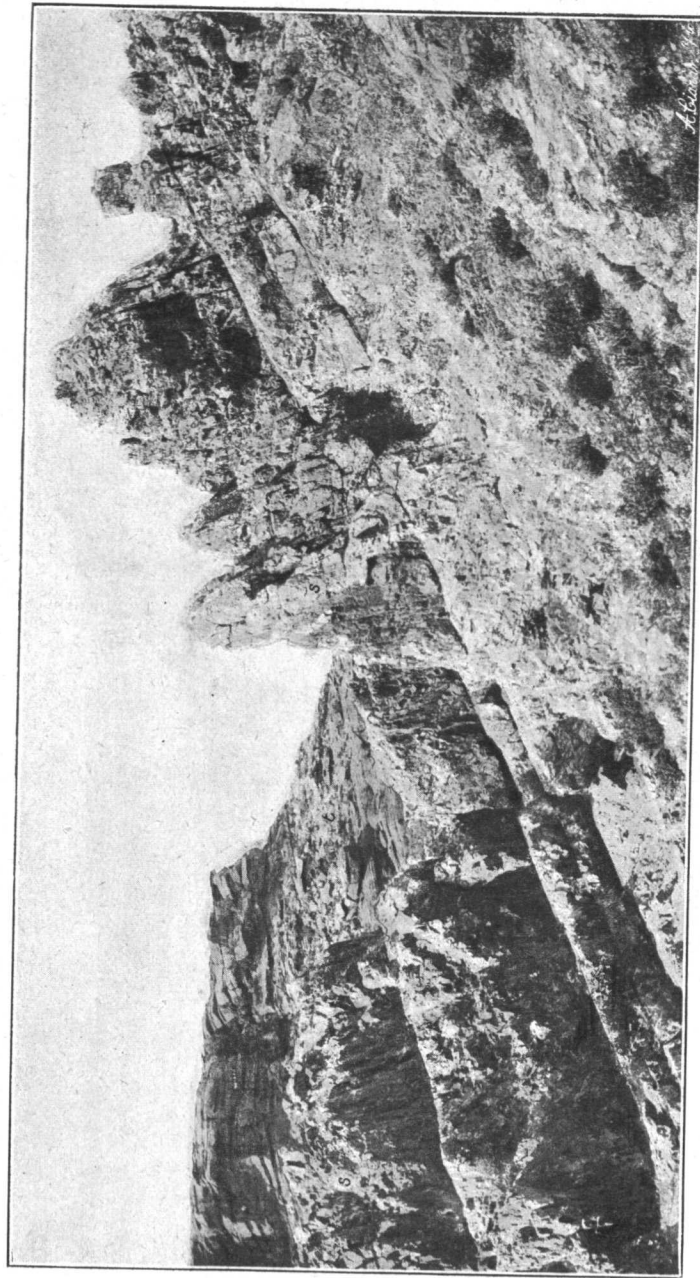
FOTOGRAFÍA 3

Contacto del triásico y el siluriano en la Peña del Tormo (Ojos Negros).



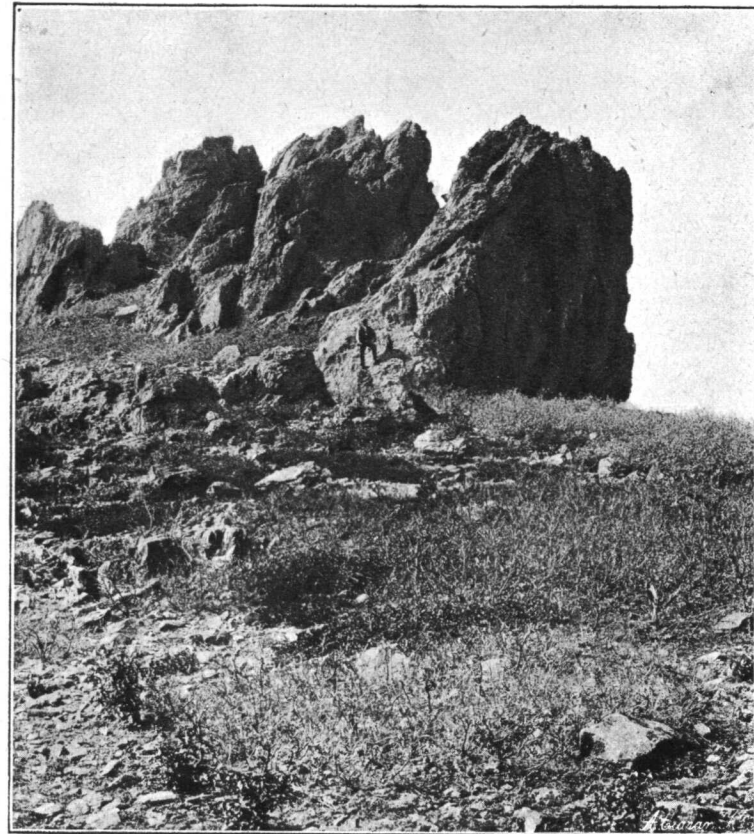
FOTOGRAFÍA 4

Contacto del triásico y el siluriano en las minas de hierro de Almojaja.



FOTOGRAFÍA 5

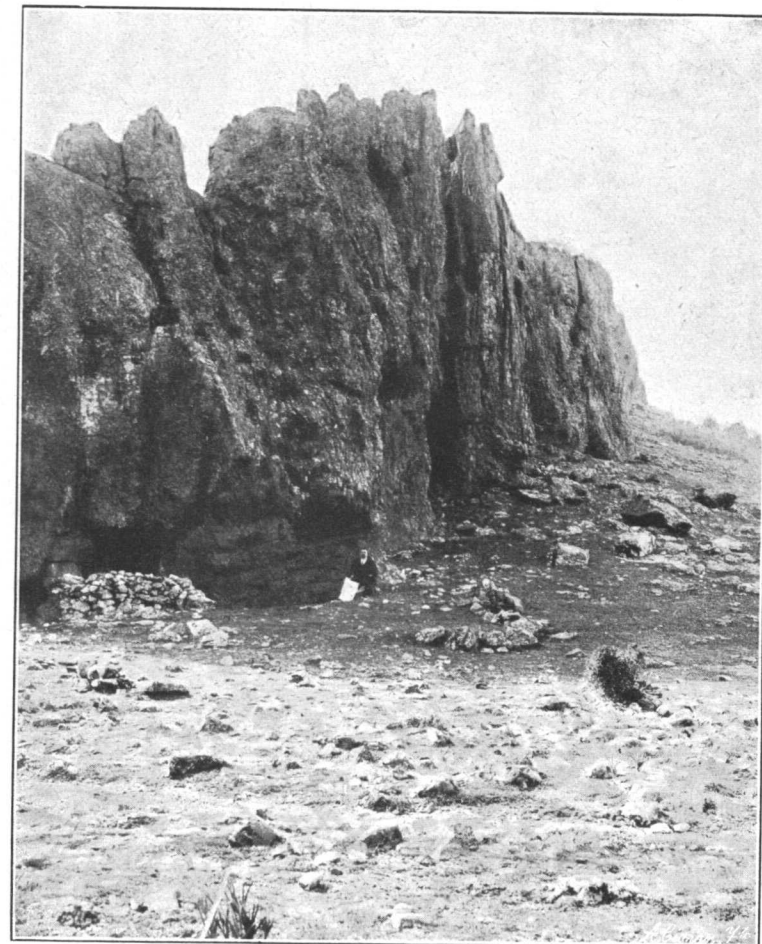
Contacto del triásico y el siluriano en el barranco de la Virgen Vieja (Almojaja).



FOTOGRAFÍA 6

Efectos de denudación.

Riscales de cuarcitas derrubias en las cumbres de Sierra Menera.



FOTOGRAFÍA 7

Efectos de denudación.

Riscales de cuarcitas derrubadas en las cumbres de Sierra Menera.

cuarcitas. Hay, además, calizas puras, magnesianas, dolomías, areniscas y grawacas.

Las pizarras son casi siempre arcillosas, y según las substancias a ellas asociadas dan origen a las anfibólicas, silíceas, micáceas y carbonosas que llegan a ser verdaderas ampelitas.

Varían en sus coloraciones según el elemento que domina, pues las hay grises, verdosas, azuladas, pardas y negras, tomando colores ocráceo y rojizo cuando están impregnadas por los óxidos de hierro. Las que más abundan son las negras ampelíticas y las grises silíceo-arcillosas, en las que al microscopio se distinguen fragmentos diminutos de cuarzo, algunos cristales de mica blanca, muchas agujas de rutilo y restos orgánicos carbonosos, probablemente algas.

Como consecuencia de las modificaciones que han experimentado posteriormente a su sedimentación, presentan diferencias en su estructura. Son de ordinario hojosas, con planos de foliación muy marcados. Cuando domina la sílice son compactas, duras, marcando un tránsito a las areniscas y están dispuestas en lechos de mucho espesor.

El Sr. Palacios las refiere a estos cuatro tipos:

Filadios cristalinos, filadios tegulares, pizarras arcillosas y pizarras ampelíticas.

Son frecuentes en la Tejera de El Pobo, en Torres, Checa, etc., nódulos elipsoidales de pizarra que en el país llaman «Cabezos de Moro»; contienen en su interior concentraciones de pirita de hierro y abundantes restos fósiles, principalmente de *graptolitos*, *orthoceras* y *crinoides*.

Hay bancos de arcilla de poco espesor, algunas tan blancas después de estar expuestas al aire libre que se utilizan para el blanqueo de las viviendas. Son producto de alteración de las pizarras, lo mismo que las *launas* de las Alpujarras o que la *tierra de viso* de Ciudad Real.

Las cuarcitas también presentan diversidad de caracteres.

La que más abunda es de textura compacta con granos gruesos de cuarzo, procedentes, en su mayoría, de pizarras cristalinas.

Otras tienen el grano fino, ofreciendo un tránsito a las areniscas por la mayor cantidad de cemento que une los granos de cuarzo.

Son de colores variados: blancas, amarillentas, grises y negruzcas, con uniformidad en el colorido en toda la masa o con variaciones otras veces.

Son muy frecuentes en Noguera, Bronchales y Setiles grandes macizos de cuarcitas fuertemente impregnadas de óxido de hierro, que no sólo mancha la roca sino que se encuentra concentrado en las oquedades, planos de junta y grietas.

Los bancos de cuarcitas se quiebran en lisos normales a los planos de junta y se prolongan en tal longitud que pueden inducir a error en el estudio de los caracteres estratigráficos. Estas litoclases, que son numerosas, dividen los macizos en prismas de poca altura y base romboidal.

Las calizas silurianas son interiormente blancas, adquiriendo por oxidación colores más oscuros las partes expuestas a la acción del aire y del agua.

Se distinguen exteriormente de las otras rocas del sistema por su color pardo claro, formas redondeadas y por las oquedades que contienen, debidas a la influencia de los agentes externos.

Se rompen fácilmente al golpearlas con el martillo, y algunas se han transformado parcialmente en dolomía como resultado de la sustitución metasomática del carbonato cálcico por el de magnesia que las aguas saturadas de ácido carbónico han transportado disuelto de otras rocas.

La dolomitización a veces es grande y las rocas presentan

los caracteres de verdaderas dolomías, pues sólo dan efervescencia con el ácido clorhídrico cuando están reducidas a polvo y en caliente.

Examinadas al microscopio, unas presentan grandes cristales de dolomía con los cruceros bien marcados; en otras son mucho más pequeños, y las menos son de grano muy fino y uniformes en tamaños.

También por sustitución metasomática pasan a carbonatos de hierro. Los cristales de siderosa aparecen a su vez transformados por oxidación en hidróxido férrico de colores pardo y amarillento que rellena profusamente los huecos o deja pequeños regueros y granos aislados. A veces se filtra entre las líneas de cruceros desde donde avanza la sustitución a los carbonatos cálcico y magnésico, quedando siempre restos del mineral primitivo.

He aquí la composición de dos dolomías recogidas en la Solana del Moral, del término de El Pobo, según los análisis practicados en el Laboratorio de la Escuela de Ingenieros de Minas:

	Por 100.	
Carbonato de cal.	54,55	53,56
Idem de magnesia.	35,57	39,80
Idem ferroso.	3,32	2,15
Sílice.	1,36	1,22

Menos abundantes que las rocas citadas son las areniscas cuarzosas con cemento silíceo; blancas, amarillentas y rojizas cuando las tiñen los óxidos de hierro; de textura granuda, compacta, semicristalina o pizarreño-tegular.

En otras el cemento que une los granos de cuarzo es calizo. Al microscopio se ven fragmentos de feldespato, algo de calcita, algunos cristales de muscovita y óxido férrico anhidro e hidratado.

Como en todos los terrenos antiguos, por efectos de metamorfismo las rocas han sufrido variaciones de textura y composición, pasando de unas a otras por tránsitos apenas sensibles.

No como roca del sistema, sino como de aparición posterior, debe citarse el cuarzo blanco lechoso de aspecto opalino que en filones y vetas cruza algunos estratos silurianos, constituyendo, además, los afloramientos y el relleno de yacimientos de hierro de origen filoniano.

Finalmente, no faltan en Setiles, Hombrados, Bronchales, Corduente, La Nava de Jadraque, Orihuela, Noguera, etcétera, mantos de brechas formadas por cantos de cuarcitas y pizarras silurianas unidos por un cemento ferruginoso; son de formación reciente a expensas de yacimientos de hierro preexistentes.

En resumen: pizarras y cuarcitas son las rocas esenciales del sistema, dominando unas u otras según las regiones.

La falda septentrional del Alto Rey, la occidental y cumbre del Ocejón, gran parte de las Sierras de Atienza, Checa, Noguera y Bronchales, están constituidas casi exclusivamente por pizarras.

Las de El Pedregal, La Menera, El Pobo, Hombrados, Albarracín, etc., son de cuarcitas casi en su totalidad.

Gran número de afloramientos de pizarras han desaparecido por derrubios quedando ocultas bajo el manto de acarreo, y a no haber sido por los trabajos mineros muchas hubieran pasado inadvertidas. Con las explotaciones de la Sierra Menera se han puesto al descubierto, entre otras menos importantes, las pizarras que forman el muro de la masa mineral de las concesiones «Leonardo» y «San José», de Setiles.

En las trincheras números 2 y 8 de Ojos Negros, en las investigaciones de Setiles, El Pobo, Pardos, Almohaja, et-

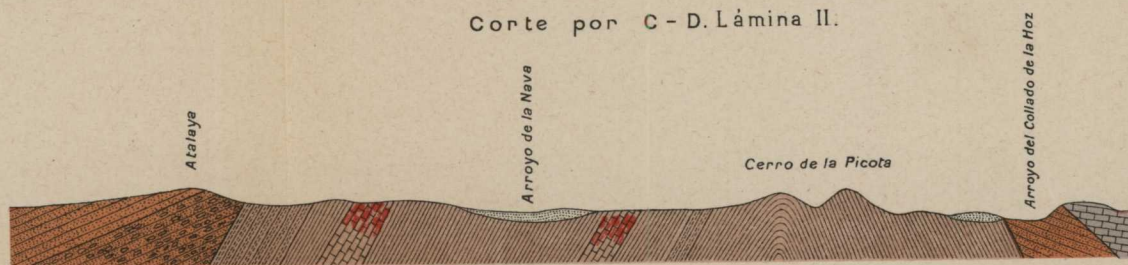
CORTES GEOLÓGICOS



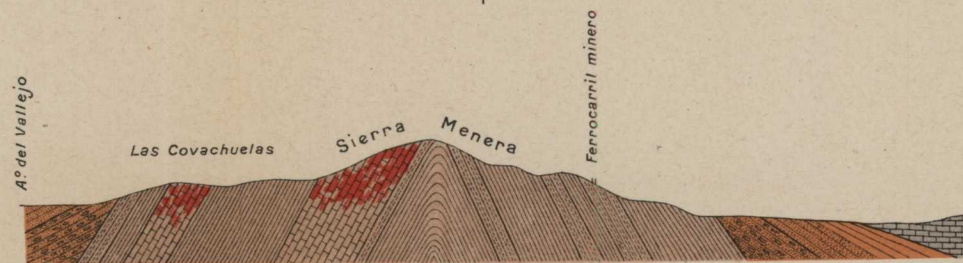
Corte por A-B. Lámina II.



Corte por C-D. Lámina II.



Corte por E-F. Lámina II.



Explicación



cétera, han aparecido bancos hasta de 25 metros de potencia, situados, de ordinario, en el yacente de las masas de hematites.

Mientras que las pizarras y cuarcitas se encuentran en todas las Sierras silurianas, no ocurre lo mismo con las calizas magnesianas.

Los Sres. Calderón, Castel y Palacios no las citan en sus respectivos trabajos de la provincia de Guadalajara, como tampoco los Sres. Vilanova y P. Calvo en los de Teruel.

El Sr. Cortázar las menciona como roca accidental del sistema, incluyéndolas en el tramo 4.º de los cinco que establece en las capas de la región paleozoica que se extiende por Teruel, Zaragoza y Guadalajara.

Sólo se presentan dentro de reducidos perímetros, existiendo zonas extensas, como la N. O. de Guadalajara, las Sierras Alta, del Tremedal y de Albarracín, donde no hemos visto un solo banco de esa clase de roca.

Más o menos potentes aparecen (láminas II, III y IV) en El Portichuelo, La Torca, Los Cabezos, Solana del Moral, Majadillas Hondas y Despoblado de Betera, del término de Hombrados.

En el Hustal de Mañas, El Calarizo, El Mesto, cerros de Valdebetera, El Tomillar, El Quemado, La Pedregosa, Munyerras y Cabezos Rubias, de El Pobo.

En las dos laderas de Sierra Menera y en la de Levante de Almohaja.

En la mancha de Pardos: en los parajes nombrados Cabezos de las Minas, Peña de la Bandera, Las Tajuderas, cerro de Las Fuentes y Peñas Rubias.

En el Campillo de Dueñas: en los Cabezos de La Coronilla, La Camarera Grande, Las Doncellas y Cerro Santo.

Por tanto, sólo se encuentran esas rocas en los isleos silurianos de Pardos, del Campillo de Dueñas, y principal-

mente en el macizo que se extiende desde Los Casares, término de Hombrados, hasta Almohaja, pues los asomos de la Espineda de Checa en Sierra Carbonera y algún otro apenas merecen citarse por sus reducidas dimensiones.

Afectan la forma de masas lenticulares o bolsadas alargadas en la dirección del eje del levantamiento, y sus contornos siguen las inflexiones de las capas de cuarcitas y pizarras.

Tienen dimensiones muy variables. La de mayor corrida es la que apareciendo en Los Casares se oculta al Sur del cerro de Valdebetera en El Pobo, o sean unos 5 kilómetros, con espesores hasta de 150 y 200 metros en algunos sitios.

No todas las calizas que constituyen el subsuelo llegan hasta la superficie en ese estado, pues en las zonas superficiales aparecen transformadas, parcial o totalmente, en carbonato y óxidos de hierro por efecto de reacciones secundarias.

Así, en ciertos lugares de Hombrados, Pardos, El Pobo y Campillo de Dueñas, los carbonatos de cal y magnesia, bastante puros, ocupan considerables extensiones superficiales envolviendo manchas de óxidos relativamente pequeñas.

En Ojos Negros, Setiles, Tordesilos, Almohaja, etc., los afloramientos de calcita no son grandes, pero hay potentes masas superficiales de hematites con algún carbonato. Aquella va apareciendo en profundidad cada vez menos cargada de hierro, hasta que se encuentra la caliza casi pura, de la que apenas había vestigios en la superficie.

En unos y otros sitios lo que hoy vemos es el resultado de reacciones químicas secundarias, pues en el lugar que ocupan las hematites, debieron hallarse, en épocas remotas, bancos de caliza que por sustitución se transformaron en carbonatos de hierro; éstos, a su vez, por acciones oxidantes pasaron a óxidos.

Aunque a primera vista aparecen las manchas calizas distribuidas irregularmente, puede observarse cierto orden en su colocación, que es en filas sensiblemente paralelas a la dirección del eje del levantamiento.

Teniendo presente sus reducidos volúmenes y el escaso número de parajes en que existen, hay que suponer que los sedimentos de esta índole fueron relativamente escasos y que si aparecen aislados es debido a los saltos producidos por las fallas, a las repetidas y violentas dislocaciones que posteriormente han sufrido los estratos, y a los enérgicos derrubios desde larga fecha y sin cesar crecientes.

DATOS ESTRATIGRÁFICOS

Los bancos de pizarras conservan muy bien la estratificación, sobre todo las que son duras y silíceas.

No ocurre lo mismo con las cuarcitas, en las que es difícil encontrar corridas largas bien definidas, pudiéndose únicamente fijar sus arrumbamientos, en muchos casos, por las líneas que señalan los crestones derrubados.

La dirección de las capas es de NO. a SE. con variaciones de 10 a 20 grados a Levante y Poniente. Pero si esta es la que se debe tomar como dirección media, con gran frecuencia cambia localmente por los repetidos y bruscos pliegues debidos a los esfuerzos a que fueron sometidos los estratos al efectuar su levantamiento (fotografías 8 y 9), dirigiéndose hasta de Este a Oeste, como sucede en el Cabezo de Vertebera, situado en el extremo SO. de la Sierra de Pardos, próximo al poblado de Rueda, y en la del Tremedal junto a Bronchales, etc.

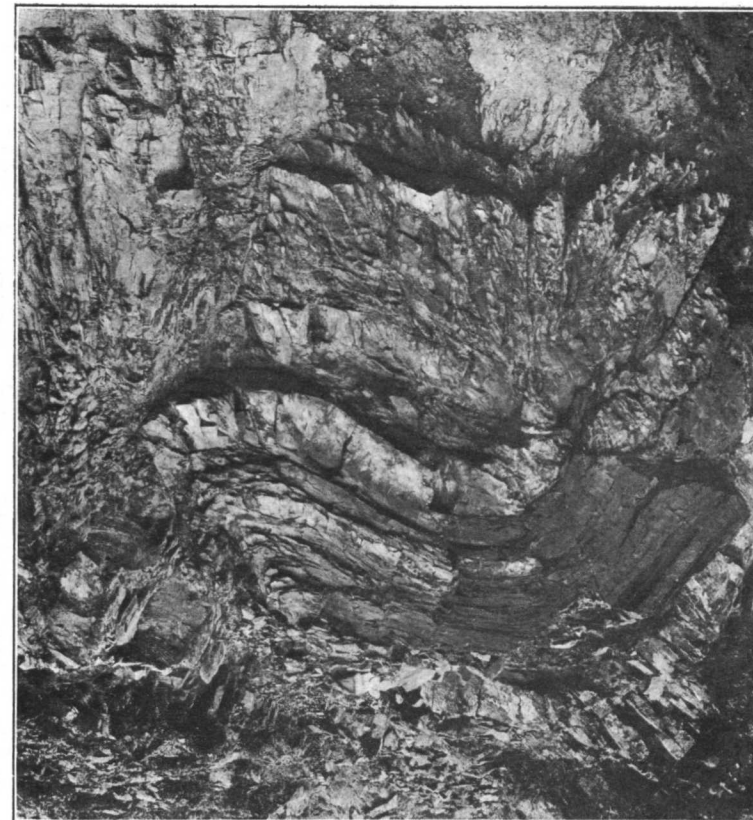
Los arrumbamientos intermedios son numerosos.

Los estratos están siempre fuera de su posición primitiva fuertemente inclinados, llegando casi a la vertical, y nunca forman ángulos menores de 30 grados.

Son frecuentes los anticlinales, pudiendo citarse entre los más marcados los de Cerro de Enmedio, Cabezo Aguda, La Pedregosa y Collado de la Fuente (láminas II, III y IV).

En cuanto al orden de sucesión de las capas, nada puede afirmarse de un modo absoluto.

Observando las trincheras abiertas para la explotación de las minas, en la construcción del ferrocarril de Ojos Negros a Sagunto y los cortes naturales del terreno, parece ser que



FOTOGRAFÍA 8

Pliegues de bancos de cuarcitas silurianas en la carretera de Oréa a Checa.



FOTOGRAFÍA 9

Pliegues de bancos de cuarcitas silurianas en la carretera de Oréa a Checa.

las pizarras, cuarcitas, areniscas y calizas son alternantes; se presentan cada una de estas clases de rocas entre lechos de las otras y asoman repetidas veces en la misma rama o en las dos del anticlinal como consecuencia de pliegues o cobijaduras cuyas bóvedas han desaparecido por derrubios facilitados por estar muy quebrantados los estratos, o debido a fallas que al cortarlos han ocasionado saltos de mucha amplitud, de modo que una misma capa se presenta repetida cual si fueran varias.

Es difícil precisar sobre el terreno el número de fallas, y sobre todo el salto que producen, por estar el suelo cubierto, con gran frecuencia, por un manto de acarreo que las oculta, y porque los espesores de los bancos de cuarcita suelen ser mayores que los desplazamientos ocasionados, de donde resulta que casi nunca los saltos ponen en contacto rocas de naturaleza diferente, y en esas condiciones no es fácil apreciarlos.

En la ladera de Levante de la Sierra Menera, siguiendo el barranco de la Galería Vieja, se distingue claramente una falla con los trastornos que ha ocasionado en las capas silurianas y en las masas de mineral. El barranco que corre desde las Fuentecillas hasta el cerro donde se asienta el poblado de Almohaja, es otra falla que ha ocasionado un gran salto, pues pone en contacto los sedimentos silurianos con los liásicos, ocultando los triásicos que tan bien caracterizados se ven a corta distancia marchando hacia el Norte (lámina VI).

Puede establecerse como carácter general que si bien las cuarcitas ocupan la base del siluriano, también hay masas potentes en la parte superior, donde alternan con pizarras de ordinario negras que adquieren gran desarrollo en el nivel más elevado.

Aunque las calizas magnesianas ofrecen interés por la

íntima relación que tienen con el origen de los minerales de hierro, sólo son lentejones o bolsadas que se presentan en reducido número de parajes en la parte alta del sistema.

En la Sierra de El Pedregal las cuarcitas están inmediatamente por bajo de conglomerados triásicos en estratificación discordante; en Navaluenga de Setiles y en el Hoyo Marojoso de El Pobo hay pizarras también discordantes en contacto con la misma clase de rocas, y en los pozos de Sebastián de Setiles los almendrones o pudingas aparecen sobrepuestos a una masa de caliza dolomítica con hematites parda que se apoya sobre pizarras grises y éstas sobre cuarcitas (lámina IV, figura 4.^a).

Es de suponer que en este lugar las rocas triásicas ocultan bancos de pizarra análogos a los que en esa vertiente de la Sierra Menera ocupan el nivel más elevado.

En Checa, Torres y en gran parte de la región N. O. de Guadalajara, las areniscas rojas del trias están sobre pizarras ampelíticas poco inclinadas que contienen restos de *graptolitos* característicos del tramo *gotlandiense*.

CORTES GEOLÓGICOS



Fig. 1ª
Perfil desde los Casares a la Venta del Conejo.
Término de Hombrados.



Fig. 2ª
Perfil desde Hoya Marojosa a Campillo de las Fráguas.
Términos de El Pobo y Hombrados.



Fig. 3ª
Perfil desde la Hoya del Conejo a El Tomillar.
Término de El Pobo.

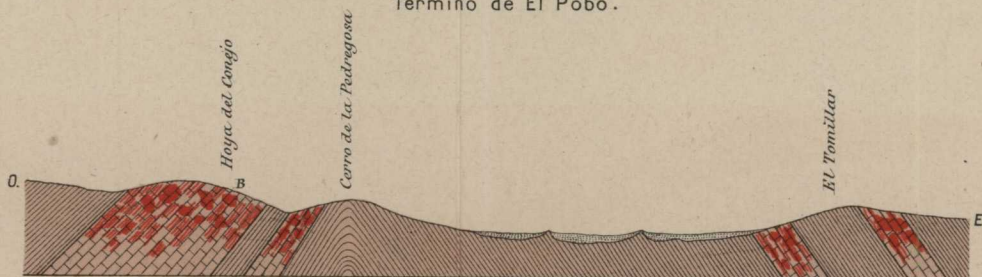
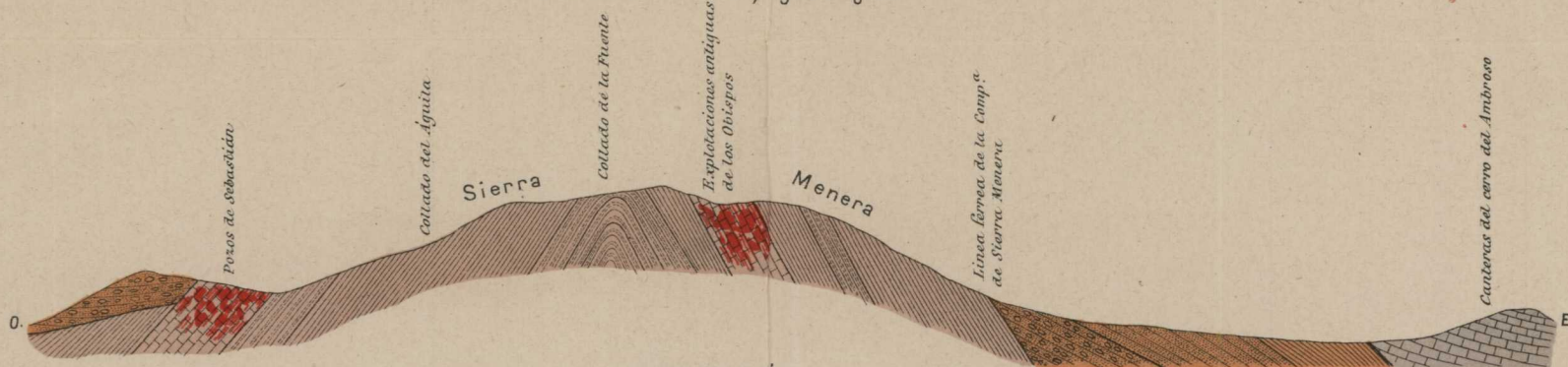


Fig. 4ª
Perfil desde los pozos de Sebastián al cerro del Ambroso
Términos de Setiles y Ojos Negros.



EXPLICACIÓN

Aluvial			
Liásico		Calizas	
Triásico		Margas	
		Areniscas rojas	
		Conglomerados cuarzosos	
		Siluriano	

Escala de 1:25.000

DATOS PALEONTOLÓGICOS

Los ilustres geólogos que han estudiado el terreno siluriano en las provincias de Guadalajara y Teruel, reconocen que es muy pobre en restos fósiles.

En la *Descripción geológica de la provincia de Guadalajara*, el Sr. Castel dice que, prescindiendo de algunos *graptolitos* apenas discernibles, sólo encontró un ejemplar de *Cruziana Bronni*, Rouault, entre cantos sueltos al pie del cerro del Ocejón.

El Sr. Palacios, en la *Reseña física y geológica de la parte NO.*, de la misma provincia, sólo menciona una especie de *cruziana* desprendida de la vertiente del Ocejón, en el término Umbralejos, e impresiones de *graptolitos* en las pizarras ampelíticas de La Miñosa, entre los que se pueden reconocer algunos del *Monograptus priodon* y del *M. Nilsoni*.

M. de Verneuil halló impresiones de éstos en las pizarras negras de Checa y la *Calimene Tristani*, Brong; *C. Arago*, Rou; *C. Pulchra*, Barr, y *Placoparia Tournemey*, Rou, en las de Pardos, que ya el P. Torrubia las había descubierto en el sitio llamado Hoyo Torrecilla, próximo a aquel pueblo, pues aparecen grabadas en su *Aparato para la historia natural española*, año 1754, designándolas con el nombre de *Cangrejos petrificados*.

D. Casiano de Prado, en los confines de Guadalajara y Madrid, encontró la *Cruziana D'Orb*, y en el Puerto del Infante, en el límite de la de Segovia, restos de algunas especies de *Monograptus*.

En la *Reseña geológica de la provincia de Guadalajara*,

por el Sr. Calderón, se añaden a los fósiles citados por los Sres. Verneuil y Prado, restos de *fucoïdes* en las pizarras negras de Checa.

En cuanto a la de Teruel, dice el Sr. Vilanova y Piera en el *Ensayo de Descripción Geológica*, que los únicos restos orgánicos que vió fueron unos pequeños fragmentos de *Orthoceras* junto a Orihuela del Tremedal.

En la *Geología de los alrededores de Albarracín*, por el P. Calvo, sólo se nombran el *Monograptus priodon* y el *M. Nilssoni*, Rou.

Dereims halló *Scolitus Dufrenoyi* e impresiones de *cruzianas* en las cuarcitas del cerro de San Ginés.

El Sr. Cortázar recogió las siguientes especies:

Palæophicus tubularis, Hall, en las Sierras de Martín del Río y Tornos.

Scolithus Dufrenoyi, en el cerro de San Ginés y *Sc. linearis*, Hall, al Norte de Noguera.

Cruziana Cordieri, M. Rouault, y *Vexillum Halli*, en las Sierras de Lanzuela y del Tremedal.

Entre Orihuela y Griegos, en las pizarras negras, hojosas y friables, las siguientes especies de *graptolitos*:

Monograptus convolutus, Hiss.

M. Nilssoni, Barr.

M. priodon, Bronn.

Diplograptus palmeus, Barr.

D. pristii, Hiss.

Como resultado de nuestras excursiones, podemos afirmar que los *graptolitos* se encuentran con gran profusión, lo mismo en las pizarras verdosas anfibólicas que en las negras.

Para no citar otros lugares que harían la lista demasiado extensa, sólo indicaremos las trincheras 2 y 8 de Ojos Negros, el pocillo abierto al Sur del antiguo plano inclinado de

la mina «San José», de Setiles, las dos calicatas próximas a las cuevas llamadas Las Covachuelas en la ladera Oeste de Sierra Menera, los afloramientos de Hombrados y las grandes masas de pizarras ampelíticas de Checa, Orihuela y Noguera.

Las especies de *graptolitos* que hemos recogido son las siguientes:

Diplograptus pristii, Hiss.

Diplograptus palmeus, Barr.

Monograptus Nilssoni, Barr.

M. Convolutus, Hiss.

M. priodon, Bronn.

M. Sedwick, Portlock.

M. Proteus, Barr.

M. Latus, Coy.

En las mismas rocas encontramos *Rastrites peregrinus*, *Hyolites obvius*, Barr; *Cornulites Major*, Barr; *Conularia anomala*, *C. nobilis* y *Discina rugata*, Sow.

Perfectamente conservados están los moldes de *Rhynchonella Wilssoni*, que aparecen impresos sobre lechos de pirita de hierro entre las pizarras que afloran a un kilómetro de Checa, a orillas del río Cabrilla, en la carretera que desde esa villa conduce a Oréa y que sirven de asiento a areniscas triásicas.

En los pozos de Las Covachuelas, de Setiles, hay ejemplares de la misma especie en pizarras negras, también próximas al triásico.

Están incompletos los contados restos que hemos podido obtener de *Orthoceras Bohemicum*, *Orth. regularis* y *Orthis*.

Los géneros *Cyathophyllum* y *Palæophicus* se hallan con profusión.

Aunque ha sido grande nuestro interés por hallar los

trilobites que se han recogido en otras zonas silurianas de estas provincias, han resultado estériles nuestros esfuerzos.

Tampoco hemos visto el menor indicio de *cruzianas* en las cuarcitas de la Sierra Menera, El Pedregal y Pardos, es decir, donde arman los más importantes yacimientos de hierro. Correspondientes al siluriano inferior sólo hemos encontrado restos bien conservados de *Scolithus Dufrenoyi* y de *Sc. linearis*, algunos hasta de 20 centímetros de largo. Se presentan con profusión extraordinaria en el Cabezo de Luca de la Sierra de El Pedregal, en la de Albarracín, en el cerro de San Ginés y en la Peña del Fraile, cerca de Almohaja.

En la parte NO. de la provincia ha encontrado el señor Ranz notables ejemplares de *cruzianas* en El Calderón, término de Semillas; en la subida a Sierra Gorda por El Peñueco; en el camino de Palancares a Valverde; en el de este pueblo a La Huerce, y en la Sierra del Alto Rey en el camino de Prádena a Aldea Nueva. Pertenecen a las especies *Cruziana Cordieri*, *C. Goldfussi* y *C. Prevosti*.

De lo expuesto se deduce que para fijar por los datos paleontológicos el tramo en que arman los yacimientos de hierro, sólo contamos con las especies de *graptolitos* enumeradas; pero en pocas ocasiones como en ésta se puede llegar al fin deseado con más probabilidades de acierto.

Tomando como tipo la clasificación hecha por Mr. Lappworth (*Traité de Géologie*, par A. de Lapparent, 3.^a edición, página 736. París, 1893) con motivo del estudio del terreno siluriano del País de Gales, Shopshire, basada en los *graptolitos* que se encuentran en las diversas hiladas, donde reconoció 20 niveles distintos, cada uno determinado por una especie, resulta que las recogidas en las piz-

rras que afloran en las dos laderas de la Sierra Menera, en El Pobo, Hombrados, Checa, etc., son las mismas que allí se hallan en los 10 horizontes más elevados, o sean las hiladas de «Lladovery», «Wenlock» y «Ludlow», que incluye en el tramo *gotlandiense* o siluriano superior.

Además de los *graptolitos* pertenecen a este tramo la citada *Rhynchonella Wilssoni* y el *Orthoceras bohemicum*. La primera, que aparece en el siluriano superior, se ha encontrado también en las hiladas citadas del País de Gales.

Queda así probada la existencia del siluriano superior en esa región, cosa que parecía dudosa hasta fecha reciente, porque persona tan competente como el Sr. Mallada, dice en la *Explicación del Mapa geológico de España*: «Motivos hay para sospechar que existen algunos niveles del siluriano superior en ciertos puntos de la provincia de Teruel, aunque por falta de restos orgánicos bien conservados no se haya precisado todavía su edad.»

Petrográficamente el tramo está constituido por potentes masas alternantes de cuarcitas y pizarras, algunas capas de arenisca y reducido número de bolsadas de caliza de pequeño volumen.

El *ordoviciense*, cuya parte más baja bien pudiera corresponder al cambriano, está definido por las especies *Pa-læophicus tubularis*, *Scolithus linearis*, *S. Dufrenoyi* y las *cruzianas* citadas.

Está compuesto de cuarcitas y arenisca, de modo que, siendo también estas rocas de las esenciales del tramo superior y careciendo de fósiles las cuarcitas, no es fácil distinguir la separación entre los dos tramos.

Sólo cuando se está en presencia de bancos de pizarras con *graptolitos* se puede saber si se trata de capas del siluriano superior.

Tal ocurre en los yacimientos de Ojos Negros, Setiles, Tordesilos, El Pobo, Hombrados, Pedregal, Pardos, Almohaja y Checa, donde las pizarras que alternan con las masas de minerales de hierro, de caliza y cuarcita, contienen impresiones de las especies de *graptolitos* citadas.

GÉNESIS DE LOS YACIMIENTOS

(A) DE SUSTITUCIÓN EN LAS CALIZAS SILURIANAS

Adoptando la división que hace Beck de los yacimientos metalíferos (1), deben incluirse los de Ojos Negros, Setiles, Tordesilos, El Pobo, Hombrados, Almohaja, Pardos, etcétera, que se presentan en las calizas dolomíticas, entre los yacimientos epigenéticos no filonianos en rocas estratiformes.

Son masas de mineral formadas con posterioridad a las rocas que les sirven de caja, debidas al reemplazamiento metasomático de los carbonatos cálcico y magnésico por el ferroso.

Entre las diversas hipótesis sobre el origen de criaderos análogos, la que con más sencillez explica lo que se ofrece a nuestra vista, sin necesidad de recurrir a reacciones y fenómenos por demás complejos, es la que supone que manantiales termales procedentes de regiones profundas de la tierra, cargados de carbonato ferroso disuelto a favor de un exceso de ácido carbónico, obraron sobre las calizas magnesianas, que fueron desalojadas por ser más fácilmente solubles en esas condiciones.

Posteriormente, por la acción del tiempo y por la circulación continuada de aguas descendentes muy cargadas de oxígeno, una parte del carbonato de hierro depositado, la que se encontraba situada más próxima a la superficie, sufrió transformación, descomponiéndose con pérdida de áci-

(1) *Traité des gisements métallifères*, par le Dr. Richard Beck, traducido al francés por O. Chemin, pág. 4. París, 1904.

do carbónico y sobreoxidándose en presencia del oxígeno para dar origen a las hematites.

Al mismo tiempo que la acción metasomática se verificó el relleno de los huecos y la impregnación de otras rocas, que si eran calcáreas, como ocurre con muchas areniscas, fueron a su vez atacadas.

La microfotografía 10 procede de una caliza dolomítica de las minas de Ojos Negros, epigenizada parcialmente en siderosa y hematites. Ella, mejor que ninguna otra descripción, explica lo que acabamos de exponer.

Pero los efectos de la acción hidrotermal han sido distintos, según la constitución geológica local y el grado de mineralización de las aguas que emergieron.

Donde los manantiales saturados de sales ferrosas fueron abundantes y encontraron fácil acceso para circular entre calizas porosas puras, se efectuó la sustitución por completo. Así ha ocurrido en los grandes depósitos de hematites de las minas «Leonardo» y «San José», de Setiles, donde no se ha visto hasta hoy el menor indicio de ellas, que seguramente aparecerán a mayor profundidad. Allí no tan sólo fueron sustituidas por el carbonato ferroso, sino que, además, éste se oxidó totalmente.

En otros lugares, como en Las Fraguas, Las Orconeras y Los Obispos, del término de Ojos Negros, y en Almohaja, las dolomías con algún óxido de hierro y siderosa apuntaban en asomos relativamente pequeños envueltas entre grandes masas de hematites, que disminuyen a medida que las labores son más profundas, mientras que las calizas aparecen cada vez más puras, siendo frecuentes las zonas en que están mezcladas con aquellos minerales. La sustitución no fué completa, como tampoco la oxidación posterior.

En cambio en Hombrados, El Pobo, Tordesilos, Setiles,



INSTITUTO GEOLÓGICO DE ESPAÑA



Fig. 10

Microfotografía de una caliza dolomítica del yacimiento de Ojos Negros, epigenizada parcialmente en siderosa y hematites

Pardos, etc., las masas de calizas casi puras y las apenas ferríferas adquieren gran desarrollo envolviendo otras mucho más pequeñas de óxidos; no siendo raro el encontrar, en superficies de reducidas dimensiones, calizas sin atacar de color blanco junto con las ligeramente ferruginosas y con otras que contienen tal cantidad de hidróxido férrico que eleva hasta 40 por 100 el Fe. metálico. Las aguas mineralizadoras que por esos parajes circularon debieron ser menos abundantes, estar más débilmente saturadas y no hallar fácil acceso para llegar hasta la superficie ni para circular libremente entre las rocas, sobre las que su acción debió ser menos duradera.

La diferente plasticidad de las cuarcitas y pizarras, las líneas de fracturas tectónicas a lo largo de la Sierra, las grietas, oquedades, planos de junta, diaclasas y fallas, todo ello ha facilitado la circulación de las aguas y ha ejercido una influencia decisiva en la formación de los criaderos.

Si a los efectos físicos y químicos producidos por las aguas sobre rocas cuyos componentes esenciales, carbonatados de cal y de magnesia, son desigualmente solubles, se unen las elevadas temperaturas, las fuertes presiones a que estuvieron sometidas las capas al levantarse y los trastornos posteriores que las han quebrantado, todo ello puede explicar el que sea muy grande la cantidad de menudos y de polvo que producen estos criaderos y el que sean tan frecuentes en su interior las bolsadas pequeñas de arcillas pulverulentas impregnadas de óxido de hierro que revelan una incompleta transformación.

La denudación que ha derrubiado grandísima parte de los materiales silurianos, probablemente también ha influido en el modo de presentarse los yacimientos a nuestra vista, porque bien pudo ocurrir que una vez formados hayan sido derrubiados parcial o totalmente, así como los sedi-

mentos que los cubrían, quedando sólo hoy al descubierto lo que se hallaba más defendido o que por ser más resistente pudo soportar mejor una acción intensa, que continúa en la actualidad, aunque no sea más que débil reflejo de lo que fué en aquellas remotas edades geológicas.

Los criaderos de minerales de hierro afectan la forma de masas lenticulares entre las de caliza, alargadas en la dirección de los estratos silurianos.

Los de mayores dimensiones están en Ojos Negros, Tordesilos, Setiles y Almohaja.

La zona reconocida en las minas «Filomena», «Teresa» y «La Casual», de Ojos Negros, tiene unos 2.000 metros de longitud por anchuras que varían entre 150 y 400 metros.

La de «Leonardo» y «San José», de Setiles, 800 metros por 400.

Las investigaciones en El Pobo, Hombrados, Pardos, etcétera, acusan yacimientos mucho más pequeños.

Todos se presentan fuertemente inclinados, casi verticales, y de preferencia en la zona de separación de las calizas y pizarras, porque siendo éstas más impermeables y estando menos fisuradas, podían las aguas detenerse allí largo tiempo y atacar con más facilidad a las calizas.

Pero esto no puede establecerse como regla general, porque hay otros yacimientos que tienen cuarcitas por techo y muro, lo que pudiera ser debido, en algunos casos, a desplazamientos ocasionados por las fallas.

Los minerales oxidados son superficiales. En la masa de Ojos Negros disminuyen notablemente a los 100 metros de la superficie.

En la de Setiles, a la misma profundidad, aun no han aparecido más que hematites, pero esto es excepcional, pues en casi todos los depósitos hay mezclados óxidos y carbonatos de hierro.

En las areniscas con cemento calizo, al mismo tiempo que la sustitución, se verificó el revestimiento de los granos de sílice y el relleno de los intersticios y fisuras de la roca, dando lugar a criaderos pobres siliciosos. Una parte de los de Almohaja se han formado de este modo.

Si para las masas de Sierra Menera, Almohaja, Pardos, etcétera, admitimos que son debidas al acceso de aguas profundas, creemos que no ha ocurrido lo mismo con otras bolsadas superficiales de reducidos volúmenes, rellenas de trozos de hematites parda envueltos en limonita pulverulenta y arcillas ocráceas. Depósitos de esa índole son frecuentes en El Pobo y Hombrados.

Parecen ser lo que Mr. de Launay llama «Minerales de hierro de concentración continental» (1), resultantes de una concentración ferruginosa superficial, operada en presencia del ácido carbónico en exceso, a expensas de terrenos calizos ricos en hierro que han desaparecido a consecuencia de la denudación.

El mineral, que no constituía por sí solo un yacimiento, se formó por sustitución en otras calizas. Disueltas éstas, juntamente con el hierro que contenían, por aguas cargadas de ácido carbónico, como todas las subterráneas que corren por esa clase de terrenos, se precipitó aquél en el fondo de huecos o de grutas que otras aguas ácidas habían formado en calizas inferiores, completando el relleno arcillas ferruginosas.

Sabido es que las rocas calizas compactas, expuestas durante largos períodos de tiempo a los agentes externos, sufren, más que una desagregación mecánica, una disolución química. Apenas hay, aun entre las que se consideran como más puras, que no contengan unidas al carbonato cálcico

(1) *Gîtes minéraux et métallifères*, par L. de Launay. Tomo II, página 105. París, 1913.

co otras sustancias más insolubles, y que, tratadas con los ácidos, no dejen algún residuo arcilloso amarillento u ocráceo.

Las aguas pluviales disuelven y arrastran lentamente el carbonato cálcico, dejando un residuo arcilloso y frecuentemente ferruginoso que se deposita en las cavidades superficiales resultantes de la desaparición de una parte de la roca por disolución.

Cuando ese residuo contiene alguna proporción de hierro, éste llega a concentrarse en granos o pequeñas concreciones que aparecen diseminados en la masa de tierra arcillosa. Por eso, en muchas formaciones calizas, cuya emergencia data de períodos geológicos muy anteriores al actual, se encuentran estos depósitos arcillosos con granos de mineral de hierro, sin precisión de que en la localidad hayan existido yacimientos a cuya destrucción pudiera atribuirse el origen de tales granos.

Cuando las calizas han sufrido la acción de manantiales que llevaban en disolución carbonato ferroso, sin que esa acción fuera bastante enérgica para originar la sustitución en masa del carbonato cálcico, ha podido aumentar en la roca la dosis de hierro, y el residuo de su disolución será entonces más rico en granos de hematites.

Si el contacto de los referidos manantiales con la roca fué largo, hubo sustitución completa; cuando estaban menos saturados o se limitaron a deslizarse sobre las calizas, éstas sólo sufrieron una sustitución parcial o un simple enriquecimiento en hierro más o menos superficial, y su disolución dejó un residuo más rico que el ordinario en granos de hematites.

Así han explicado ilustres geólogos, entre ellos el señor Adán de Yarza, lo que parece haber ocurrido en otros yacimientos.

Son, por consiguiente, los depósitos a que nos referimos el resultado de una acción de descalcificación intensa.

Van den Broek, que tanto se ha ocupado de ese fenómeno, estima que, sin tener que apelar a las calizas verdaderamente ferríferas, sería suficiente la disolución de 70 a 80 metros de espesor de caliza para constituir un yacimiento de hierro análogo a los del Berry.

Para dar idea de cómo esos depósitos han podido formarse, basta imaginar que la descalcificación se verificara en los macizos calizo-ferruginosos de la zona que nos ocupa, que representan muchos millones de toneladas con leyes que varían desde 2 a 35 por 100 de hierro metálico. Si se disolvieran y se concentrara tan sólo una parte de éste, habría material más que suficiente para constituir yacimientos de colosal importancia, según los cálculos de Van den Broek.

La hipótesis que supone esos minerales procedentes de yacimientos desaparecidos por haber sido arrastrados a consecuencia de una denudación fortísima, no contradice lo que dejamos consignado, esto es, que junto a potentes masas en cuya formación han intervenido aguas profundas obrando sobre las calizas *in situ*, hay otras de pequeños volúmenes en las que no han cooperado los agentes internos, como no sea en el origen primitivo del mineral, producido por sustitución en capas diferentes de aquellas en que está envuelto.

Como resumen referente a este punto, puede decirse que todos los minerales de hierro de las provincias de Guadalajara y de Teruel que arman entre calizas silurianas, tienen idéntico origen metasomático, lo mismo los de Sierra Menera que los de Almohaja, El Pobo, Pardos, Sierra Carbonera, etc.

Hemos supuesto que los minerales que yacen en las ca-

lizas son debidos a la acción inmediata de manantiales ferruginosos termales profundos.

Pero esta hipótesis no es admitida por buen número de geólogos, entre los que se halla Mr. de Launay, quienes opinan que la totalidad o por lo menos la mayoría de los yacimientos de sustitución, entre otros los de Bilbao, tienen un origen primitivo filoniano y que se han formado por metasomatismo de filones piritosos. El hierro, que comenzó por depositarse al estado de sulfuro, ha sufrido por encima del nivel hidrostático ulteriores transformaciones producidas por la circulación prolongada de aguas sin cesar renovadas de oxígeno y de ácido carbónico, convirtiéndose el sulfuro en sulfato y éste en carbonato que, disuelto, ha sido transportado atacando a las calizas que a su paso encontraban, para dar lugar, por sustitución, a carbonatos de hierro que posteriormente se oxidaron.

Sin dudar que otros yacimientos puedan haber sido formados de ese modo, creemos, por lo que se refiere a los de la Sierra Menera, que la teoría adoptada por nosotros satisface más cumplidamente para explicar su génesis.

Basta observar que en el macizo siluriano que se extiende desde el término de Hombrados al de Ojos Negros, es decir, donde se encuentran los más potentes yacimientos, y en Almohaja, no existen grietas filonianas rellenas de minerales sulfurados de cualquier clase que sean, que tampoco vienen envueltos entre las hematites. Lo mismo en las bolsadas superficiales que en las profundas se pasa de los minerales completamente oxidados a las calizas puras por intermedio de carbonatos de hierro y de otras calizas más o menos ferruginosas.

De admitir que proceden de filones piritosos, hay que suponer que la eliminación del azufre ha sido completa y que están a gran profundidad, sin que exista nada que lo

indique, ni siquiera la vía de comunicación en el fondo del yacimiento, o que el hierro haya venido de otras formaciones sulfuradas lejanas, frecuentes en las dos provincias, de donde fué transportado por las aguas disuelto al estado de carbonato.

El hierro que ha constituido estos yacimientos es probable proceda de la gran masa eruptiva que sólo aflora con exiguas proporciones en asomos agrupados, en su mayoría, en los terrenos triásicos, dándose la coincidencia de que aparecen en las zonas donde existen criaderos de hierro o muy próximos a ellos.

Los minerales de wernerita y otros del grupo de las escapolitas en las calizas ferruginosas de la Sierra Menera, Hombrados, El Pobo y Almohaja, son indicios de la proximidad de rocas eruptivas, pues estos silicatos secundarios se presentan a menudo en las masas carbonatadas recristalizadas que se hallan en esas condiciones.

Las manifestaciones eruptivas de Oréa, Atienza, Cañamares, etc., de la provincia de Guadalajara; las de Almohaja, Noguera, Bronchales, Tramacastilla, Camarena, Manzanera, Jabalambre, Sarrión, Torrijas y otras de Teruel, no son sino reducidos testigos de lo mucho que debe existir en lo interior de la tierra. Algunas pasarían inadvertidas si intensas denudaciones no las hubieran descubierto al arrastrar las pequeñas capas de materiales que las ocultaban, como ocurre en el barranco de Peña Parda, del término de Tramacastilla, donde las pizarras negras silurianas han sido arrastradas por las aguas torrenciales que dejaron al descubierto una masa de pórfido muy descompuesto.

El Sr. Mac-Pherson hizo el estudio micrográfico de las rocas hipogénicas de la provincia de Teruel, que está inserto en el tomo XII del *Boletín la Comisión del Mapa Geológico de España*, página 460.

De las notas que tuvieron la bondad de facilitarnos los Sres. Adán de Yarza y Orueta, se deduce que las preparaciones de rocas procedentes de la Torre del Buco, del término de Almohaja, muestran ser pórfidos sieníticos con grandes cristales de feldespato ortosa que, a pesar de estar epigenizados profundamente, conservan sus caras cristalinicas; muchos están maclados por la ley de Carlsbad y bastantes tienen estructura zonar que se pone de manifiesto en la extinción.

Empastados en el magma hay, además, otros cristales muy pequeños de hornablenda, plagioclasa, apatita, magnetita, ilmenita y biotita, transformada a veces en muscovita, que se distinguen por su característico agregado de laminillas que polarizan en tonos muy vivos; en otras la alteración de la biotita ha producido hidróxido de hierro.

Los minerales que epigenizan los grandes cristales de ortosa son:

a) Un producto serpentinoso transparente e incoloro que por ser amorfo aparece negro entre los nicoles cruzados cualquiera que sea la posición de la platina y que se concentra de preferencia en los bordes de los cristales.

b) Clorita de color verde claro que polariza en tonos verdes entre los nicoles cruzados. Se presenta en escamas redondeadas formadas por filas radiales a modo de esferolitos, cuya cruz negra de polarización se ve muy bien al girar la platina.

Algunos cristales de ortosa perfectamente terminados están epigenizados en totalidad en clorita atravesada por vetillas de serpentina de color pardo rojizo; otros sólo muestran la última etapa del metamorfismo de estos cristales. La clorita y la serpentina se han transformado casi completamente en limonita y magnetita. La roca aparece formada por un magma oscuro que engloba grandes trozos de limonita,

terminados algunos por las aristas rectilíneas de los primitivos cristales de ortosa. El magma es microcristalino de ortosa envuelto en una pasta amorfa de serpentina, caolín y óxidos de hierro.

Los pórfidos de Peña Parda, del término de Tramacastilla, contienen fenocristales de ortosa, plagioclasa y biotita que ha sufrido una alteración muy notable, apareciendo sus cristales en fajas blancas convertidas en muscovita y otras negras en que se han acumulado los óxidos de hierro. El cuarzo es escaso y el magma microcristalino con escasos cristales de cuarzo que no han sido alterados.

Las rocas del Castillo de Noguera son pórfidos cuarcíferos con grandes cristales de ortosa terminados por ángulos y aristas muy vivos, muchos de ellos maclados por la ley de Carlsbad y caolinizados parcialmente. Contienen también fenocristales de plagioclasa, biotita y hornablenda, en su mayor parte cloritizados. En el magma microcristalino dominan el cuarzo y las manchas y laminillas de clorita y óxido de hierro.

En la Peña del Fraile, del término de Bronchales, hay un asomo importante de pórfidos cuarcíferos con turmalita azul. Los fenocristales grandes de cuarzo tienen las aristas y ángulos redondeados. No contienen feldespato; el magma es microcristalino y en toda la roca hay grandes manchas y regueros de limonita, probablemente producto de alteración de un silicato ferromagnésico.

Los asomos de rocas ofíticas aparecen agrupados en la región SE. de la provincia de Teruel, en Villel, Sierra de Jabalambre, Camarena, Arcos de las Salinas, Torrijas, Manzanaera, Sarrión, etc.

Donde las ofitas asoman francamente cristalinicas se pueden distinguir dos variedades: una que es el tipo común de la ofita de grandes elementos, caracterizada por tomar la pi-

roxena la forma que le prestan los cristales adyacentes de feldespato, a cuyo tipo pertenecen las de Sarrión, Baños de Camarena, Arcos de las Salinas y Más del Río, y la otra constituida de elementos más menudos, en los cuales la piroxena afecta casi siempre su forma regular; a esta clase corresponden los asomos de Camarena, Torrijas y Villel.

Los ejemplares que recogimos en Manzanera son de ofitas alteradas que contienen augito y hornablenda casi totalmente cloritizada, plagioclasa caolinizada, mucha apatita e ilmenita con lincoxeno. Algunas contienen, además, cuarzo rellenando algunas cavidades.

Las de Camarena y Torrijas, en vez de hornablenda, contienen biotita y apenas hay ilmenita.

Un carácter distintivo de las ofitas de Teruel, según Mac-Pherson, es la abundancia de mica magnésiana en los ejemplares de elementos pequeños.

Al pie del cerro de San Cristobal, de formación siluriana, entre Griegos y Oréa, hay un filón de 50 a 80 metros de anchura, constituido por una traquita cuarcífera o liparita cuya pasta gris rojiza envuelve cristales bipiramidales de cuarzo gris hialino, ortosa blanco-lechoso o rosáceo, oligoclasa, tablas exagonales de mica negra muy brillantes y pequeños nódulos verdes de clorita.

La formación de los yacimientos de los minerales de hierro debió tener lugar con anterioridad a la época terciaria, porque en terrenos de esta edad no se conoce ninguno en las dos provincias. A lo sumo se ve que el cemento arcillo-ferruginoso de los conglomerados calizos terciarios pasa a ser un verdadero ocre, ya amarillo, ya rojo.

A medida que se desciende en la serie secundaria van siendo de más importancia las manifestaciones ferríferas, aunque apenas merezcan citarse como tales yacimientos los del cretáceo de Ejulve, Gargallo, Cañizar, Valdelinares y

Linares, y los del jurásico de Checa, Traid, Almohaja, etcétera.

En el triásico, en el contacto de las areniscas rojas de la base con las calizas del «Muschelkalk», en Bezas y Saldón, arman algunas bolsadas de mineral. También las areniscas del tramo inferior suelen estar fuertemente impregnadas de hidróxido férrico, constituyendo yacimientos pobres muy siliciosos en los derrames occidentales de la Menera y Sierras de El Pedregal y Almohaja.

En el sistema siluriano se encuentran los que realmente pueden llamarse yacimientos de minerales de hierro, bien sea en grandes masas, bolsadas de reducidos volúmenes o rellenando grietas filonianas, y existen huellas de la acción ferruginosa en toda clase de rocas y en casi todos los lugares.

Como el plegamiento de las capas silurianas de Teruel y Guadalajara debe relacionarse al levantamiento herciniano que se supone tuvo lugar en los períodos medio y superior de la época carbonífera; como los pórfidos cuarcíferos de esas provincias es probable, según Mac-Pherson, que también correspondan al período carbonífero por su semejanza con sus congéneres de Sevilla y del Pirineo, y que las ofitas se iniciaron al comenzar la época triásica, es presumible que al movimiento herciniano acompañaron y siguieron los fenómenos hidrotermales que han producido la sustitución de las calizas y el relleno e impregnación de las rocas y fisuras de todas clases y tamaños.

Relacionado al orogénico pirenaico el levantamiento de las capas secundarias que están en estratificación discordante con las silurianas y con las miocenas lacustres que casi conservan su posición horizontal, los fenómenos hidrotermales que acompañaron y siguieron a ese segundo movimiento fueron, sin duda, mucho menos enérgicos que los

correspondientes al primero, y así se explica que en las calizas secundarias, con mayores masas que las silurianas, sean mucho menos importantes los criaderos de sustitución que de ellas se derivan.

Hay, no obstante, algunos minerales, como son las brechas ferruginosas que tanto abundan y las débiles manifestaciones que aparecen entre los sedimentos más modernos, que son de formación reciente a expensas de criaderos antiguos.

El hecho evidente es que las rocas silurianas han sido las que con mayor intensidad han sufrido los efectos de los manantiales mineralizadores.

MENAS Y MINERALES

Las menas son óxidos de hierro anhidro e hidratado.

Las hematites pardas presentan diversidad de texturas, pues las hay terrosas, compactas, fibrosas, concrecionadas y estalactíticas, dominando la primera clase que constituye la casi totalidad de los yacimientos.

Es frecuente en la Sierra Menera, en la de Pardos y en El Pobo, la variedad terrosa, rara en España, que llaman *corcho* porque flota en el agua, cuyo contenido en Fe. metálico oscila entre 48 y 52 por 100.

Abundan minerales en polvo y en trozos de pequeño volumen envueltos en arcillas ferruginosas, análogas a las *chirtas* de Vizcaya y de Santander, con 15 a 20 por 100 de sílice.

El óxido férrico anhidro se presenta principalmente en la variedad hematites roja terrosa de color negro azulado.

La de textura compacta, dura, de color rojo, es escasa.

Si comparamos los minerales de Guadalajara y de Teruel con los de Vizcaya, podremos decir que se encuentran los que los mineros de la última provincia denominan *rubio*, *vena*. Sólo hemos visto algún *campanil*, que se descubrió al hacer una pequeña labor junto al plano inclinado de Montiel.

Tomando el término medio de la zona ferrífera, debe considerarse como una mezcla terrosa de *rubio* y de *vena*, en la que ésta se halla en mucho menor proporción. Donde el mineral tiene más consistencia tiende a *rubio* y a *rubio avenado*. Accidentalmente acompaña a estos minerales la goethita.

De todas las clases hay en las grandes masas, pero siempre la cantidad de polvo y de menudos es notable, lo que obliga a cribar la producción de las minas de la Compañía Minera de Sierra Menera que los aprovecha fabricando briquetas y nódulos.

La ley media de los que se consideran como menas varía entre el 48 y 52 por 100 de Fe. metálico, aunque también los hay de mayor riqueza, si bien son escasos.

Después de varios años, los cargamentos exportados por Sagunto, procedentes de Ojos Negros y Setiles, han dado un promedio alrededor del 48 al 50, pero hay que tener presente que sólo se embarcan los minerales considerados como los más ricos.

Apenas contienen fósforo; la ley media es de 25 milésimas, pero esto no impide el que haya manchas con 500, siendo de notar que dentro de la misma bolsada, en reducido espacio, se encuentren minerales casi sin fósforo y los que le contienen en diversas proporciones hasta el límite máximo indicado, lo cual dificulta la explotación porque hay que tener cuidado de no mezclarlos para satisfacer cumplidamente a las exigencias del mercado.

La sílice llega hasta 10 por 100, el manganeso a 3 y el azufre de 5 a 25 milésimas. Son, en conjunto, menas excelentes.

A continuación reproducimos los resultados de análisis en seco de distintos tipos de Sierra Menera.

	Ojos Negros. Por 100.	Setiles. Por 100.
Parte insoluble.....	6,150	10,520
Óxido férrico.....	78,280	76,430
Óxido ferroso.....	"	"
Alúmina.....	0,850	0,610
Peróxido de manganeso.....	2,690	1,750
Cal.....	0,650	0,488
Magnesia.....	0,430	0,390
Azufre.....	0,010	0,022
Ácido fosfórico.....	0,046	0,435
Agua combinada, ácido carbónico, etc..	10,890	9,344
TOTAL.....	99,996	99,980
Hierro.....	54,800	53,500
Manganeso.....	1,700	1,106
Sílice.....	5,550	9,880
Fósforo.....	0,020	0,190
Humedad.....	10,050	8,450

Muestras escogidas.

	Fe.	Mn.	Si O ₂ .
Vena.....	61,00	3,00	1,95
Limonita.....	58,00	1,78	2,50
Corcho (hematites parda)..	48,20	"	"
Rubio (hematites parda)..	55,00	"	7,00

Minerales en granos envueltos en arcilla, de la mina «San José» de Setiles.

	Fe.	Si O ₂ .
Sin lavar.....	48,20	16,90
Lavado.....	53,60	10,00

**Minerales de Almohaja, según análisis en seco
de los Sres. Pattinson.**

Fe.	Si O ₂ .	S.	Ph.	Mn.
54,05	3,90	»	0,155	2,197
54,30	4,60	0,019	0,065	2,246
57,60	2,65	0,038	0,062	2,246
55,00	4,60	0,013	0,069	1,750
53,35	6,52	0,013	0,090	1,610
51,75	9,70	0,038	0,390	1,660

Muestras escogidas en minas de la provincia de Guadalajara.

Nombre de la mina.	Paraje.	Término.	Fe.	S.	Ph.
Casimira.	La Nava.	Setiles.	55,42	0,041	0,067
Isabelina.	Chaparral de la Tejera.	Idem.	56,22	0,070	0,070
Carmen.	El Portichuelo.	Hombrados.	56,78	0,102	0,024
SanSegundo.	Idem.	El Pobo.	56,06	0,096	0,102
Josefina.	Cerro de las Sillas.	Idem.	53,77	0,164	0,037
Eulalia.	Cabezas Rubias.	Idem.	56,24	0,087	0,079
Concha.	Cerrillo Quemado.	Idem.	54,25	0,091	0,144
Sinfrosa.	El Calarizo.	Idem.	54,30	0,048	0,081

Además de estos minerales hay gran cantidad de calizas ferruginosas que contienen hasta 40 por 100 de Fe. metálico. Calcinadas las más ricas producirían menas de tipos elevados, y otras pudieran servir mezcladas con minerales de más ley, menos fusibles.

Dado el modo como hemos supuesto que se han formado los yacimientos, nada tiene de extraño que con los minerales ricos se presenten otros pobres donde la sustitución y la oxidación no fueron completas por no estar las aguas muy

saturadas, no ser las rocas porosas, ni estar suficientemente fisuradas.

Por eso ocurre, que junto a calizas casi puras están otras que contienen carbonato de hierro e hidróxido férrico en distintas proporciones, no siendo raro que en un macizo de reducido volumen la parte exterior sea hematites parda y el núcleo central caliza, pasando de aquella a ésta por tránsitos apenas sensibles por intermedio de carbonatos. Estos son pobres, pues no pasan del 50 por 100 de Fe., pero cuando están parcialmente oxidados originan minerales de mayor riqueza.

Son frecuentes hermosas agrupaciones de cristales romboédricos de calcita que acusan el origen hidrotermal de los yacimientos. De color amarillento o gris ahumado, pierden brillo y adquieren opacidad, volviéndose cada vez más oscuros en las escombreras, por la acción de los agentes externos.

El microscopio también descubre en estos minerales una intrusión de minerales metamórficos del grupo de las escapolitas, entre las que domina la wernerita.

Análisis de calizas ferruginosas procedentes de la Solana del Moral, del término de El Pobo, han dado los siguientes resultados:

	Por 100.		
Sílice.....	0,62	1,19	0,88
Hierro (ferroso)....	4,81	3,18	11,81
Idem (férrico).....	6,26	10,42	17,01
Azufre.....	0,09	0,05	0,02
Cal.....	21,91	40,35	27,39
Fósforo.....	0,034	0,014	0,020
Anhidro carbónico..	30,91	26,15	19,40

Hay otros minerales debidos a la impregnación de las

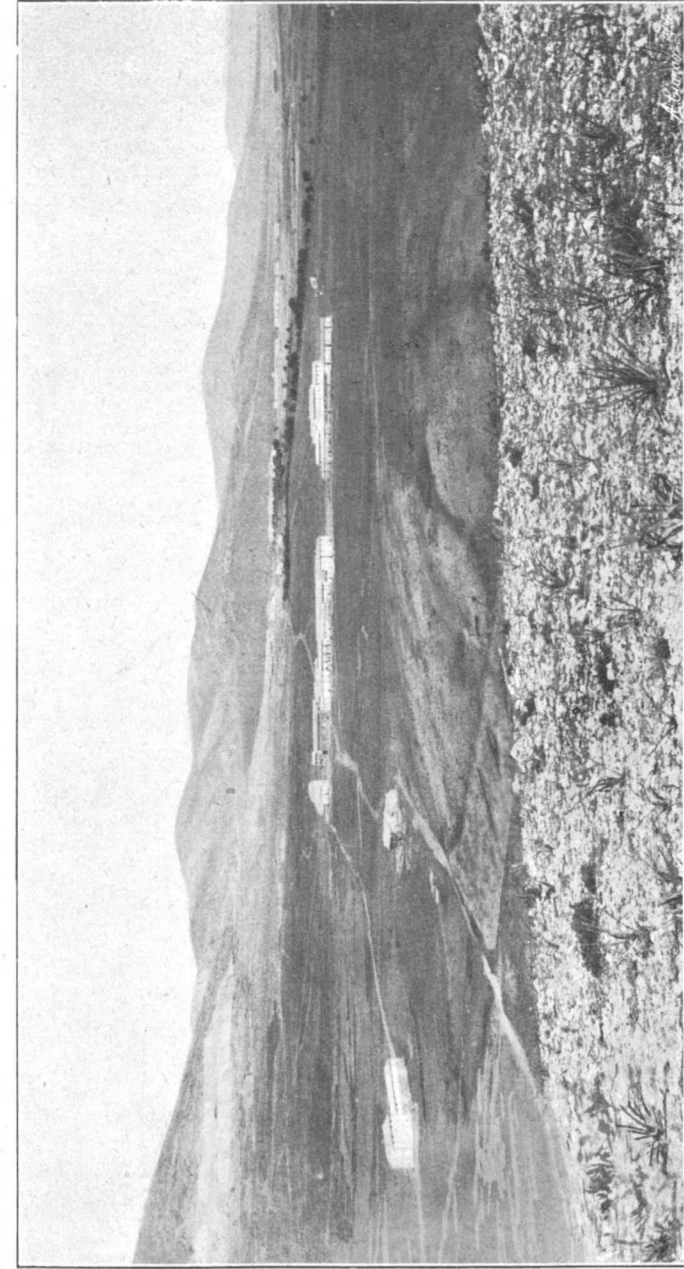
areniscas, en las que si el cemento era en parte calcáreo se verificó la sustitución al mismo tiempo que el revestimiento de los granos de sílice y el relleno de los huecos. Son muy abundantes, pero su riqueza no pasa del 30 por 100.

Las brechas formadas por cantos de cuarcitas y pizarras trabadas por un cemento ferruginoso dan hasta el 20 por 100 de Fe. metálico.

Es indudable que si no se han beneficiado hasta esta fecha gran parte de los minerales de la región, ni aun los de más elevada ley, es debido a que no pueden soportar los precios de transporte hasta las fábricas siderúrgicas. Pero día llegará en que muchos serán utilizados, los pobres y los ricos, beneficiando algunos en la localidad. Por eso consideramos los depósitos de Guadalajara y de Teruel como reservas mundiales de hierro que contienen algunos millones de toneladas de minerales, en su mayoría de baja ley. Sería aventurada una cubicación, ni aun aproximada, porque no hay labores mineras que permitan hacerla.

Que ese día no está lejano lo prueba que, desde hace unos tres años, la Compañía Minera de Sierra Menera deposita en escombreras especiales, carbonatos y minerales oxidados pobres despreciados hasta ahora, para beneficiarlos en un gran establecimiento siderúrgico que de nueva planta se ha comenzado a levantar en Sagunto.

En resumen: a los grandes yacimientos de hematites de Ojos Negros, Setiles, Tordesilos y Almohaja, hay que añadir otros pequeños de El Pobo, Hombrados, Pardos, El Pedregal, etc., y la enorme cantidad de calizas, más o menos transformadas, con cantidades de Fe. variables desde 15 hasta 45 por 100, que se encuentran no tan sólo en las bolsadas de hematites, sino en todos los lugares en que las calizas dolomíticas aparecen.



FOTOGRAFÍA II

Vista parcial de la Sierra Menera.



DATOS LOCALES

YACIMIENTOS EN LA SIERRA MENERA

Ojos Negros, Setiles, Tordosilos, Villar del Saltz y Ródenas.

Son los más importantes por la abundancia y excelente calidad de los minerales que se presentan, en las dos laderas de la Sierra, en grandes masas lenticulares alargadas según la dirección del eje del levantamiento.

Los de la vertiente de Levante pertenecen al término de Ojos Negros, provincia de Teruel; los de Poniente, a Setiles y Tordosilos, de Guadalajara.

Siendo idénticos en su origen y composición, pasando el más notable de una a otra vertiente, y estando comprendidos los más importantes dentro del perímetro que explota la Compañía Minera de Sierra Menera, reseñaremos a la vez los de las dos provincias, ya que el único motivo para no hacerlo así, dado el orden que nos proponemos seguir, sería respetar la convencional línea que administrativamente las limita.

La fotografía 11 es una vista parcial de la Sierra Menera; la figura 4.^a de la lámina IV, un perfil normal a su dirección, desde el paraje nombrado Cerro del Ambroso, de Ojos Negros, a los Pozos de Sebastián, de Setiles, pasando por las Orconeras, y la figura 1.^a otro de la ladera de Poniente desde Navaluenga a los Altos del Fraile por las labores de la mina «San José». Los cortes de la lámina II cruzan la Sierra desde las areniscas triásicas de sus últimas estribaciones del Oeste hasta las calizas liásicas del Este.

Aparecen alternando estratos de cuarcitas, pizarras y do-

lomías que al plegarse formaron un anticlinal cuya bóveda ha desaparecido. Sobre estos materiales silurianos se apoyan en estratificación discordante bancos de conglomerados triásicos poco inclinados, formados por gruesos cantos redondeados de cuarcitas, trabados por un cemento silíceo teñido por el óxido férrico.

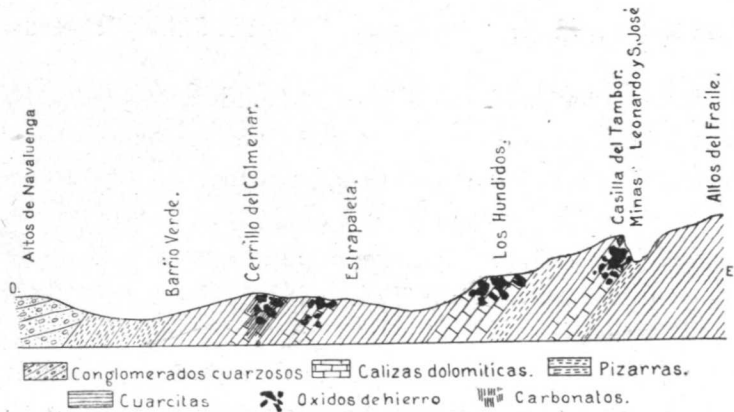


FIGURA 1.ª

Perfil desde los Altos de Navaluenga a los Altos del Fraile.
(Setiles, Sierra Menera.)

Las fallas de los barrancos de Artola, de la Galería Vieja y del Corral de las Cabras, donde la denudación y las labores mineras han puesto al descubierto algunas de las rocas que constituyen el subsuelo, hacen sospechar que se trata de una sola capa de cuarcitas sobrepuesta a otra de menor espesor de pizarras, de composición y aspectos variables según se encuentren más o menos próximas al mineral, que aparecen repetidas, como indican las figuras 2.ª y 3.ª, a consecuencia de saltos originados por las fallas y de denudaciones intensísimas que han derrubiado gran parte de los materiales silurianos hasta formar el actual relieve del terreno.

Las manchas de caliza transformada parcialmente en

siderosa y hematites son depósitos intercalados entre las cuarcitas y pizarras.

En conjunto parece que la Sierra está constituida por cuarcitas, debido a que las cumbres son desnudos riscales de esa roca que también domina en las laderas, y porque la mayoría de los afloramientos de pizarras están cubiertos por un manto diluvial.

En cuanto a la caliza dolomítica, sucede en Ojos Negros que casi toda se ha transformado en siderosa y hematites en las zonas próximas a la superficie, pero a medida que se profundiza en la masa aparece cada vez más pura, como en Las Orconeras, trinchera número 2 y en Los Obispos. En la mina «Pilarica» apenas si se han visto; verdad es que las labores son poco profundas.

En Setiles la caliza ferruginosa asoma intercalada entre cuarcitas en el cerrillo del Colmenar, y

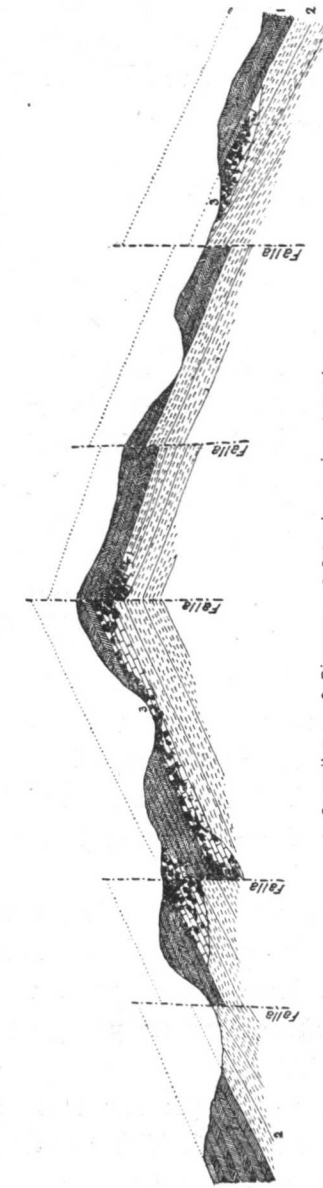


FIGURA 2.ª
SIERRA MENERA

Corte teórico normal a su dirección.

entre éstas y pizarras en Los Hundidos y en Las Covachuelas.

En la masa de hematites de «Leonardo» y «San José», reconocida hasta unos 100 metros, no hay indicios de caliza ni de siderosa.

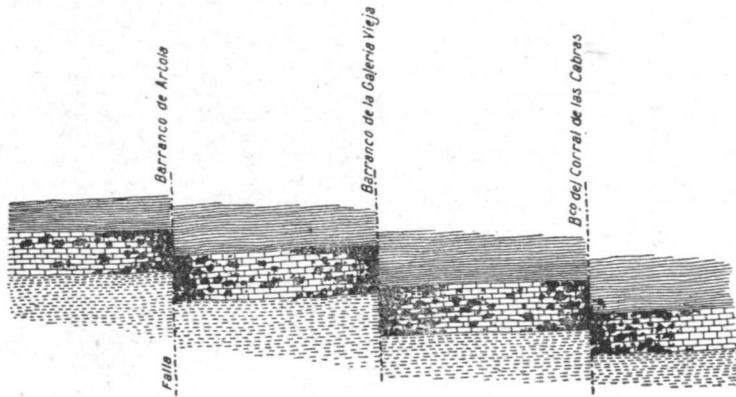
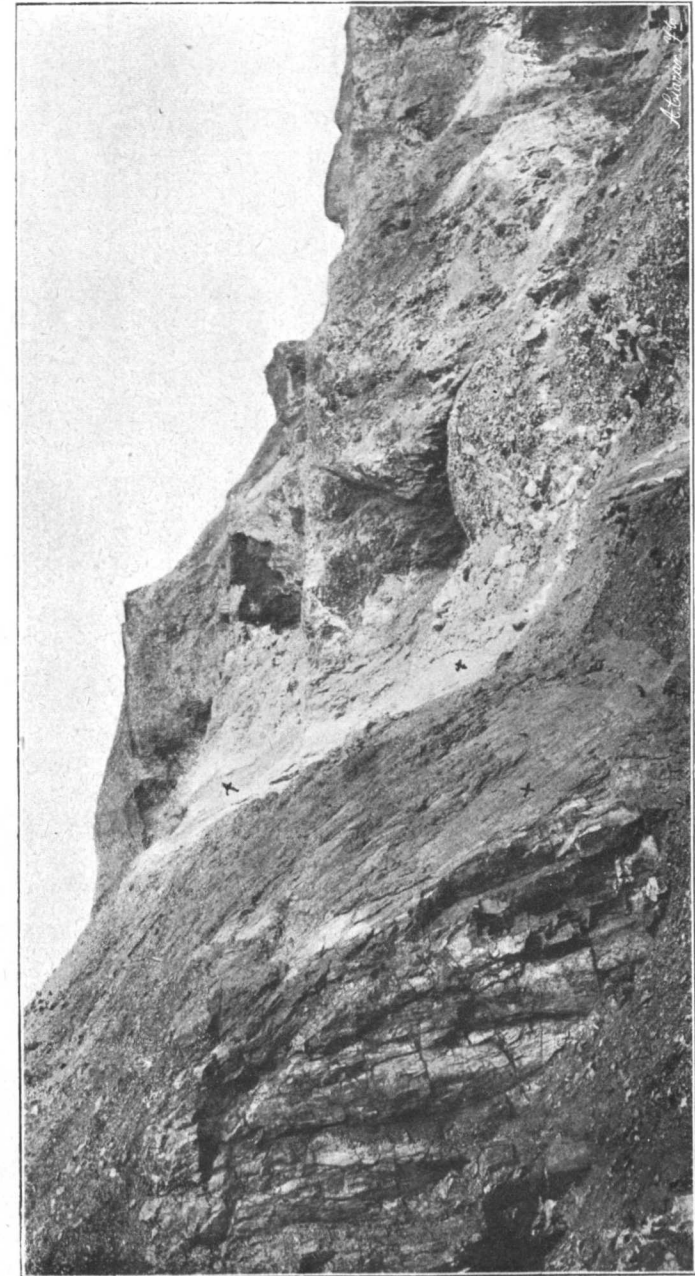


FIGURA 3.ª
SIERRA MENERA
Proyección horizontal teórica.

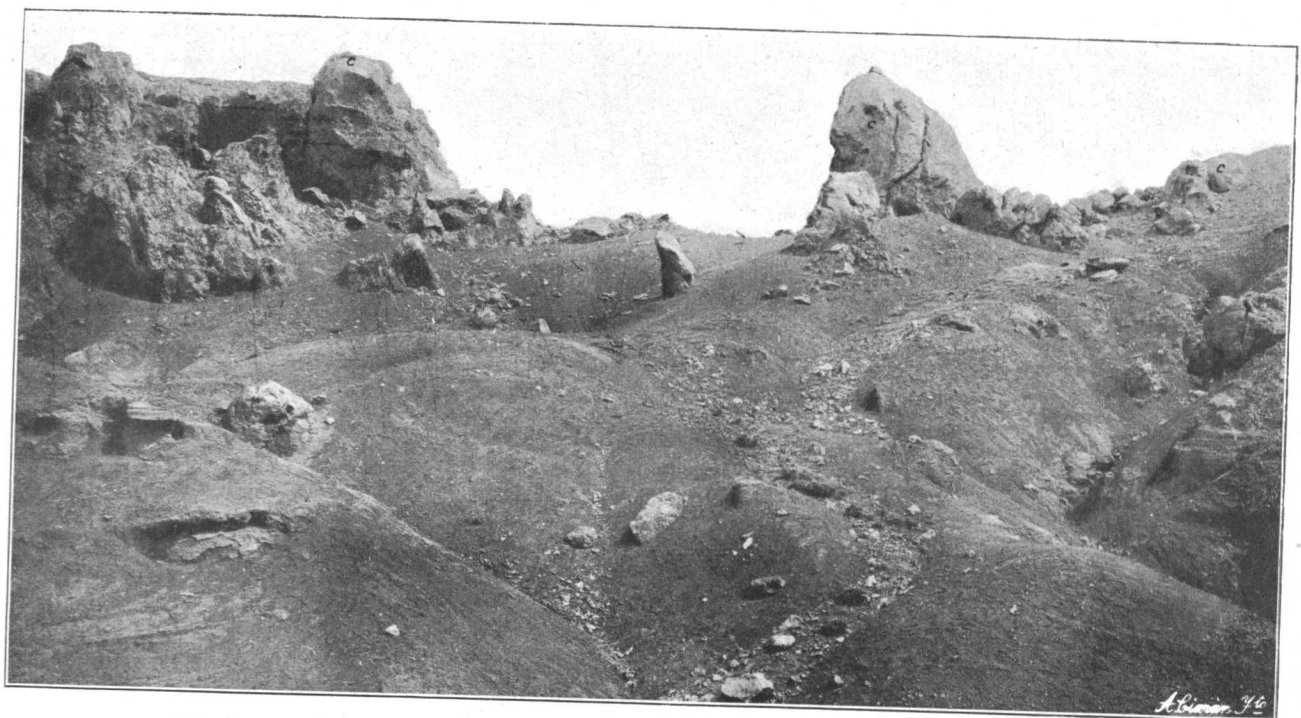
Las brechas formadas por cantos de cuarcitas y cemento ferruginoso de color rojo de sangre abundan extraordinariamente. Casi todas las rocas están teñidas por el óxido férrico que rellena las juntas de estratificación y toda clase de grietas.

Los manantiales mineralizadores que originaron estos yacimientos debieron ser abundantes y saturados, pues testigos de su acción son las potentes masas de mineral que en la Sierra Menera existen y los rastros que por todas partes han dejado.

El terreno en que arman los criaderos corresponde al tramo superior *gotlandiense* de la formación siluriana, porque los *graptolitos* de ese nivel que citamos en los «Datos paleontológicos», los recogimos en la entrada de la trin-



FOTOGRAFÍA I 2
Yacente arcilloso de la masa de mineral de la mina «Leonardo» (Setiles).



FOTOGRAFÍA 13

Explotaciones antiguas de las Orconeras (Ojos Negros).—Masas de carbonatos envueltas en limonita terrosa.



chera número 2 de la ladera del Este y en las calicatas abiertas en las proximidades de Las Covachuelas y del antiguo plano inclinado de la mina «San José» del Oeste.

Los criaderos encajan entre cuarcitas y pizarras.

El muro de la masa de la mina «Leonardo» es un lecho de estas últimas que tiene 6 metros de espesor (fotografía 12 y figura 1.^a). Lo mismo ocurre en los Pozos de Sebastián (figura 4.^a, lámina IV) y así en otras minas.

La dirección media de las masas de mineral es de Norte a Sur con variaciones de algunos grados al Oeste. Son casi verticales y buzan al Este o al Oeste según la rama del anticlinal en que se hallan.

La casi totalidad del mineral es óxido de hierro hidratado con alguna hematites roja terrosa de color negro azulado.

En la mina «Leonardo» son algo *arrubidos*, duros y más fosforosos. La ley media del criadero puede evaluarse en 200 milésimas por 100 de Ph., aunque los hay con 500.

En la «San José» casi todo es en granos sueltos y geodas rellenas de arcilla.

En Ojos Negros la mayor parte es limonita terrosa, y donde la masa presenta más consistencia tienden a *rubio*. Contienen menos fósforo que los de Setiles, pues algunos no pasan de 20 milésimas.

En Tordesilos y El Pedregal se han encontrado pequeños depósitos de *hierro corcho*, o sea una limonita terrosa de muy poca densidad parecida a la yesca.

Todos los minerales producen menudos y polvo que pueden evaluarse en el 80 por 100 de algunas bolsadas de Ojos Negros, mientras que en Setiles la proporción es menor. Una parte se exporta y con el resto se fabrican aglomerados en una instalación montada en Sagunto.

Los análisis que siguen son de tipos de minerales que pueden estimarse sin fósforo y fosforosos:

	Por 100.	
Parte insoluble.....	6,150	10,520
Óxido férrico.....	78,280	76,430
Óxido ferroso.....	»	»
Alúmina.....	0,850	0,610
Peróxido de manganeso.....	2,690	1,750
Cal.....	0,650	0,488
Magnesia.....	0,430	0,390
Azufre.....	0,010	0,022
Ácido fosfórico.....	0,046	0,435
Agua combinada, ácido carbónico, etc.....	10,890	9,344
TOTAL.....	99,996	99,989

Hay otros minerales más pobres y hematites roja con 58 por 100 de Fe. que son escasas.

Los carbonatos no han aparecido en la trinchera número 5 de la mina «Leonardo» que tiene unos 80 metros de profundidad.

En Ojos Negros sólo un hermoso crestón afloraba en Las Fraguas; el lugar nombrado Los Obispos debe su nombre a mogotes redondeados de carbonatos (fotografía 13) que dejaron sin arrancar por ser pobres. A medida que las labores mineras profundizan van apareciendo otros carbonatos mezclados con dolomías ferruginosas.

En la parte referente a «Menas y minerales» están indicadas las composiciones de algunos tipos correspondientes a esta zona.

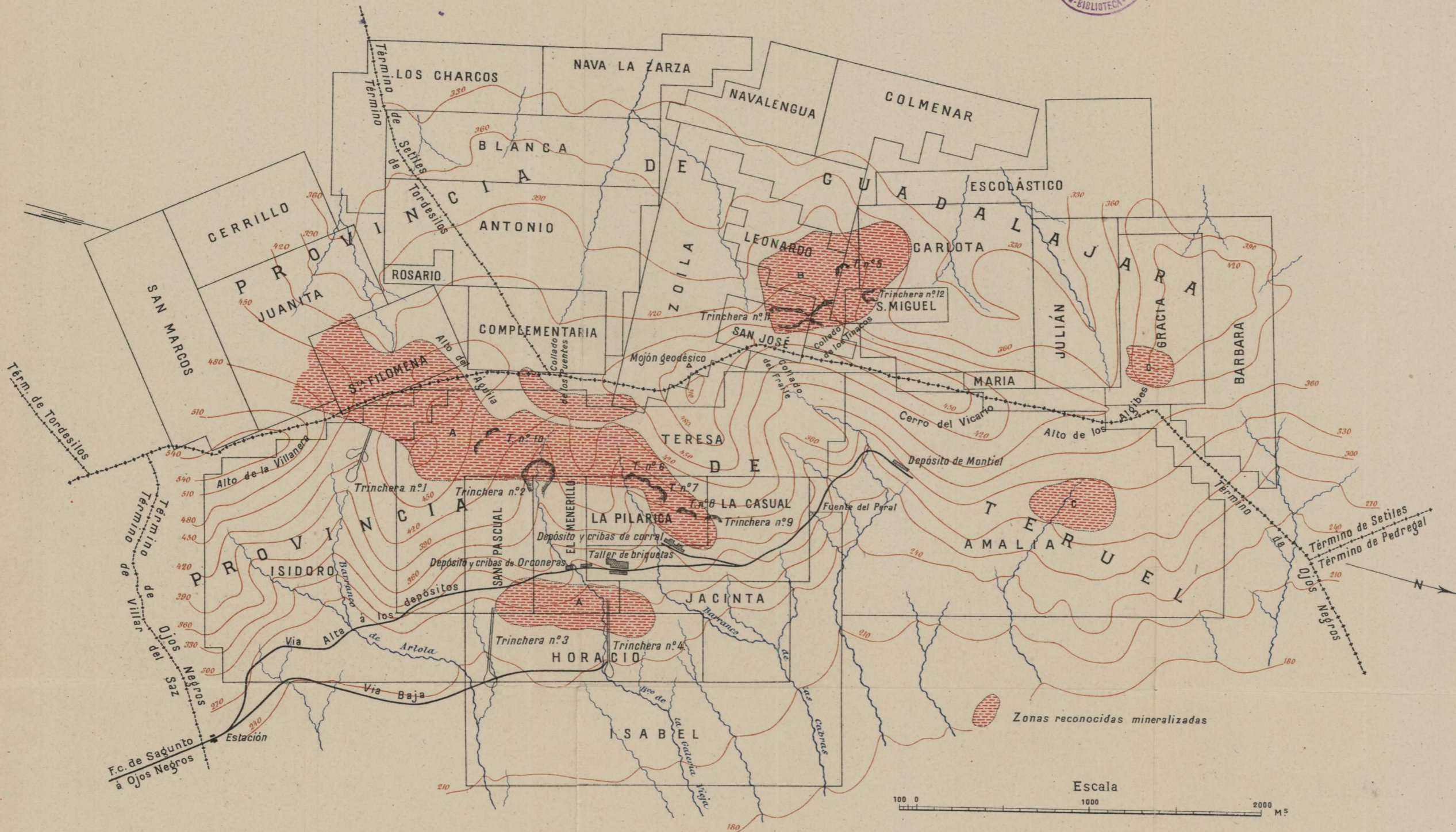
D. Ladislao Perea, que dirigió los trabajos de investigación de los criaderos que explota la Compañía Minera de Sierra Menera, considera en ella tres zonas:

La zona A (lámina V) comprende el grupo de «Santa Fi-

YACIMIENTOS DE HIERRO DE SIERRA MENERA

PLANO PARCIAL DE LAS CONCESIONES MINERAS Y YACIMIENTOS DE OJOS-NEGROS, SETILES Y TORDESILOS

por D. VICENTE KINDELÁN, Ingeniero de Minas.



lomena» y «Teresa», situado en la ladera de Levante. Encierra la masa más importante por sus dimensiones, reconocida en unos 2 kilómetros por 200 metros de anchura, aunque estrecha mucho en la parte Norte. Penetra en la provincia de Guadalajara por la Cruz de la Mojonera, término de Tordesilos, y en ella se incluye la masa de las minas «San Pascual», «El Menerillo» y «Horacio».

La zona B, o grupo «Leonardo» y «San José», está en la vertiente de la provincia de Guadalajara reconocida en unos 600 por 350 metros.

La C, al Norte de la anterior, se refiere a las pequeñas masas de la mina «Gracia», en la misma provincia, y «Amalia» en la de Teruel.

Los reconocimientos más profundos en las zonas A y B están alrededor de 100 metros.

El Sr. Perea cubrió 93 millones de toneladas.

Posteriormente, Mr. Kendall evaluó 63 millones a la vista.

Aunque al ser publicadas esas cifras produjeron sorpresa por tratarse de criaderos hasta entonces poco conocidos, las labores de explotación en los últimos años han confirmado la existencia de un enorme criadero.

Suponiendo que la cifra dada por el Sr. Perea suscitase alguna objeción, bien porque hubieran más zonas estériles que el 20 por 100 fijado para sus cálculos, o porque la densidad del mineral no fuera 2, como ha supuesto, sino 1,50 que ha sido la dada por los cargamentos exportados, la práctica demuestra que a medida que avanzan las explotaciones se descubren otros minerales a los que no hizo referencia, aparte de que no hay investigaciones dentro de todo el perímetro del coto minero, porque las primeras se practicaron donde aparecían los mayores y mejores afloramientos y no se extendieron a los lugares que presentaban

más dificultades de ejecución y costo, pues con el mineral descubierto era suficiente para probar la importancia de los yacimientos.

Así ha ocurrido que en la mina «Pilarica» la masa se extiende mucho más al Este de lo que indicaban las primeras investigaciones; en la «Filomena» se ha llevado un sondeo antiguo de 20 metros hasta los 50, quedando aún en mineral, y al hacer la explanación del plano inclinado de Montiel apareció debajo de la capa vegetal un banco de hematites roja compacta, de aspecto análogo al *campanil*, sólo que con 40 por 100 de Fe.

En la *Memoria sobre las minas de hierro situadas en Sierra Menera*, por el citado Ingeniero, están los detalles de la cubicación, basada en los trabajos de investigación que en ella se reseñan. Supone que existen 58.174.502 metros cúbicos de minerales así distribuidos:

	Metros cúbicos.
Zona de la «Filomena» y «Teresa».	32.989.824
Idem del «Menerillo»	6.343.957
Idem de «San José»	10.579.771
Idem del «Menerazo»	2.000.000
Idem de los «Perrillos»	2.145.000
Idem de «Amalia»	2.500.000
Idem de la «Marojosa»	1.615.850
TOTAL	58.174.502

Deduca un 20 por 100 de zonas estériles y quedan 46.539.602 metros cúbicos.

Aceptando esta cifra, que hasta hoy no hay motivo fundado para no hacerlo porque los errores que pudieran afectarla estarían compensados con el mineral posteriormente descubierto por nuevos reconocimientos, resulta que si se

asigna la densidad de 1,50 se obtienen 69.809.403 toneladas métricas de minerales de todas clases.

Sea como fuere, hay a la vista una cantidad que garantiza la producción de millón y medio de toneladas anuales durante largo período de tiempo.

De la importancia que tienen estas minas da idea el que desde el año de 1907 al 1916 inclusive se han arrancado 5.589.463 toneladas métricas, y si la producción no fué mayor ha sido debido a la guerra europea, a la escasez de obreros y a los difíciles problemas que tuvieron que resolverse para poner las minas en condiciones y poder aprovechar la gran cantidad de menudos y de polvo que producen, pero nunca a la falta de mineral.

Además de los yacimientos citados hay otros más pequeños que arman también entre calizas dolomíticas silurianas en los últimos derrames de la ladera de Poniente de Sierra Menera.

A la Sociedad «Alkartasuna», de Bilbao, pertenecen las siguientes concesiones:

Nombres.	Términos.	Parajes.	Hectáreas.
Escolástica . . .	Setiles	Vertiente del Raso	63
El Colmenar . . .	Idem	Cerrillo de las Colmenas	51
Nava la Zarza . .	Idem	Cerrillo Mediano	41
Navaluenga . . .	Idem	Cerrillo de las Colmenas	35
Los Charcos . . .	Idem y Tordesilos	Alto de la Comadre	61
Cerrillo	Tordesilos	Vertiente del Despeñadero	45
San Marcos . . .	Idem	Idem	63
		TOTAL	364

Se han hecho pequeñas labores en los afloramientos más notables. En la «Escolástica» hay dos galerías de 29 y 24 metros; en «El Colmenar» otras dos de 38 y 35, con alguna hematites parda del 50, y en «Nava la Zarza» una rampa con minerales compactos juntos con otros pulverulentos.

Hay también manifestaciones de hierro, entre otros lugares de Setiles y de Tordesilos, en El Palancarejo, Cerro de la Cereda, Chaparral de la Tejera, etc., donde radican las minas tituladas «Vía láctea», «Rosario», «Isabelina», etcétera.

En la extremidad Sur de la Sierra, en las proximidades de Villar del Saltz y de Ródenas, se han hecho últimamente pequeñas labores que descubren hematites parda silíceas debajo de pizarras grises, también silíceas en unos sitios, negras con impresiones de *graptolitos* en otros. Estas rocas silurianas que buzan al 0,45 grados se esconden en seguida por bajo de conglomerados y areniscas triásicas.

El Pobo, El Pedregal, Hombrados y Campillo de Dueñas.

En la prolongación N. O. de la Sierra Menera es donde más completos se ven los materiales que constituyen la formación siluriana, porque allí se encuentran grandes masas de caliza bien estratificadas, alternando con otras de cuarcita que es la roca más abundante en las laderas y valles. Están éstos cubiertos por un manto de acarreo que sólo las deja ver en aguzados crestones derrubados.

No siempre están visibles los bancos de pizarras. Tienen más importancia de la que a primera vista ofrecen, pues algunos que permanecían ocultos se han descubierto al hacer investigaciones en las minas.

Entre otros casos, eso ocurrió en la mina «Esperanza» del Tomillar, donde una galería en crucero cortó un lecho de 25 metros de potencia que no afloraba. En el barranco de Valdesetiles, un socavón de 90 metros está en pizarra, y en la «San Segundo» del cerro de Valdebetera, se hizo un pozo en mineral que sólo profundizó hasta los 3 metros de la superficie, tocando luego la pizarra que ha seguido hasta los 25. Algo análogo ha pasado en el Chaparral de la Tejera del término de Setiles.

Como casi todas esas labores se han llevado por pozos verticales, y las bolsadas de mineral están más o menos inclinadas, resulta que, en muchos casos, los resultados obtenidos no son reflejo exacto de la realidad en cuanto a la cantidad de mineral.

Los yacimientos de la Sierra de El Pedregal son bolsadas superficiales de óxido de hierro hidratado al estado de limonita terrosa; menos abundante la dura y compacta y aun más rara la roja. Puede aplicarse a esta zona lo que hemos dicho referente a los minerales de Sierra Menera, con la diferencia de que los depósitos del 48 por 100 de Fe. metálico son escasos y de dimensiones muchísimo más reducidas.

En cambio, tienen gran volumen las masas de calizas dolomíticas ferruginosas de riqueza variable desde 15 al 40 por 100 de Fe.

La cantidad de aguas saturadas de sales ferrosas no debió ser grande ni encontrar fácil acceso para circular por todo el macizo, pues a la vista está que la sustitución fué incompleta e irregular, originando en unos sitios, que son los menos, bolsadas formadas exclusivamente de minerales oxidados; en otros éstos están mezclados con la roca primitiva en proporciones diversas, mientras que hay grandes masas de caliza sin atacar.

Son muy frecuentes los depósitos con minerales en granos sueltos envueltos en arcillas ferruginosas, formadas por la concentración, en las oquedades de la caliza, del hierro procedente de la descalcificación de otras muy ferruginosas ya desaparecidas, cuyo fenómeno se verifica actualmente en las que vemos, aunque con menor intensidad.

Comparando lo que existe en esta zona más pobre, con la de Ojos Negros, Setiles y Tordosilos, donde hay masas grandes de minerales ricos, no obstante lo próximas que se hallan, pudiera ocurrir que la porción del terreno que está a nuestra vista formando el actual relieve del suelo, no sea sino lo que resistió a denudaciones de gran intensidad que arrastraron las bóvedas de los anticlinales formados al plegarse las capas.

La masa de caliza dolomítica A (lámina II y figuras 1.^a y 2.^a de la IV) se sigue sin interrupción desde Los Casares, término de Hombrados, hasta Cerrillo del Quemado de El Pobo, pasando por la Solana del Cabezo, umbrías de la mina «Jorge» y del Barranco, Solana del Moral, El Calarizo, Garganta Honda, mojón geodésico de Valdebetera, Colmenarejos y Garganta Larga. Se ve que ha sido saltada en varios sitios por fallas casi normales a la dirección de la Sierra. Es de contornos bien definidos, porque la falta de capa vegetal y el desigual aspecto de las cuarcitas en que encaja permiten distinguirla fácilmente. Su potencia varía de 80 a 150 metros; la dirección media es NO. a SE. y el buzamiento al Oeste con fuerte inclinación.

Estos sedimentos calizos forman parte de los materiales que constituyen la rama de Poniente de los anticlinales muy marcados en los cerros de Enmedio, La Pedregosa y Cabezo Aguda.

No son frecuentes en este macizo ni tienen gran volumen los yacimientos de hematites parda.

Dan lugar a pequeñas manchas en las Solanas del Cabezo y de El Moral, El Calarizo, Garganta Honda, Cerrillo Quemado, etc.

La otra masa de caliza dolomítica B está, casi toda, en la rama Levante del anticlinal. Empieza en El Portichuelo y sigue por Majadillas Hondas, La Calerilla, Tablas de Molla, Ardal del Tuero, y salta a las Munyerras, Hoya del Conejo y Cabezo de La Pedregosa, cuya ladera de Levante son cuarcitas que buzan al Este y la de Poniente calizas dolomíticas ferruginosas inclinadas al Oeste (figura 3.^a, lámina IV). Se ha arrancado alguna hematites roja en El Portichuelo, y limonita en La Calerilla, Munyerras, La Pedregosa, etc.

Más al Este se hallan los afloramientos calizos de Cabezas Rubias, El Tomillar, Navachica y La Cereda (lámina II) alineados en una fila sensiblemente paralela a los anteriores.

Los criaderos de El Pobo, Hombrados, El Pedregal y Campillo de Dueñas han sido objeto de concesiones mineras, repetidas veces abandonadas y de nuevo registradas.

La época de mayor intensidad fué por el año de 1901, cuando se constituyó la Compañía Minera de Sierra Menera. Se abrieron cortos socavones, pozos poco profundos y gran número de someras calicatas, hechas sin sujetarse a ningún plan técnico y abandonadas apenas comenzadas, cuando se veía que el mineral descubierto no correspondía en cantidad y calidad a las de Ojos Negros y Setiles, sin tener en cuenta que yacimientos de esta importancia no son frecuentes y que para ponerlos en condiciones apropiadas fué preciso gastar cerca de un millón de pesetas en trabajos de investigación bajo una dirección técnica inteligente.

Las labores más profundas, que sólo llegan a 25 ó 30 metros, están en El Tomillar, de El Pobo; El Portichuelo y La Torca, del mismo término y Hombrados.

Las otras bolsadas que hemos visto esterilizan a los po-

cos metros y la ley de Fe. baja mucho porque aumenta la proporción de sílice.

La mancha de hematites parda terrosa de las minas «San Pedro» y «San Pablo», sitas en el cerro del Tomillar, arma entre cuarcitas muy inclinadas (lámina II y figura 3.^a de la lámina IV).

Los minerales son de los más ricos, lo que unido a su blandura ha permitido que se exploten desde hace mucho tiempo. Así lo atestiguan las escombreras y los huecos y pilares que llaman «La Catedral», reconocidos hasta la profundidad de unos 30 metros.

La Sociedad «Alkartasuna», de Bilbao, tiene las siguientes concesiones:

Nombres.	Términos.	Parajes.	Hectáreas.
San Lorenzo	Hombrados y El Pobo.	La Torca.....	193
Oliveros	Idem íd....	Majadal de Oliveros...	56
Carlos	El Pobo....	Peña Negrilla.....	15
Navachica	Idem.....	Ustal de Mañas.....	29
Llano	Idem.....	Solana del Moral.....	36
Solana	Hombrados.	Idem.....	34
Los Cabezos	Idem.....	Los Cabezos.....	60
TOTAL.....			428

En todas hay manifestaciones ferruginosas. En la «San Lorenzo» debe existir mineral en profundidad a juzgar por los hundidos del terreno que está cubierto por una espesa capa de hematites en polvo. Los huecos subterráneos quizás sean grandes porque los depósitos que forman las aguas torrenciales en la superficie se filtran rápidamente. Existe allí uno de los mayores escoriales de la provincia, sin que se conozca por las inmediaciones un yacimiento del que

se haya podido extraer la cantidad de mineral que le corresponde.

En la «Oliveros» hay brechas formadas por cantos de cuarcita con cemento rico en Fe.

Casi toda la superficie de la mina «Los Cabezos» es caliza magnesiana ferruginosa con algunas bolsadas de hematites que en la parte Norte y Este de la concesión es dura y compacta.

En «Navachica» se abrieron dos pozos de 11 y 7 metros en minerales de buena ley.

Los Sres. Echevarría y Compañía han formado un coto en el término de El Pobo con las minas que a continuación se expresan:

Nombres.	Parajes.	Hectáreas.
San Segundo.....	Valdebetera.....	198
San Emilio.....	Idem.....	200
Concha.....	Cerrillo del Quemado.....	35
Sinforosa.....	El Calarizo.....	40
Sin duda.....	La Pedregosa.....	12
Josefina.....	Peña Negrilla.....	60
Felisa.....	Idem.....	267
Benita.....	Majadillas Hondas.....	68
Vía láctea.....	El Palancarejo.....	60
Romana.....	La Pedregosa.....	12
Eulalia.....	Cabezas Rubias.....	32
Asunción.....	Majadillas Hondas.....	112
Judit.....	Peña Negrilla.....	30
TOTAL.....		1.126

En todas hay más o menos manifestaciones de hierro y apenas si se han hecho labores de investigación. Sólo merecen citarse un pozo de 25 metros en mineral que se apoya sobre pizarra; un socavón de 40 con alguna hema-

tites en «Sinforsosa», y otro de 45 metros en carbonato en la «Romana» situada en la ladera Oeste del cerro de La Pedregosa.

Hay restos de explotaciones antiguas en «San José» del Portichuelo y «Porvenir núm. 1» del Despoblado de Betera, término de Hombrados.

Una de las concesiones que presentan más afloramientos es la nombrada «Esperanza», en el Hustal de Mañas, donde se han abierto seis pocillos y una rampa en limonita terrosa.

En El Pedregal, anexo al término municipal de El Pobo, está la mina «San Marcos», paraje nombrado Hoyuela Verde, con una galería de 30 metros en mineral menudo.

En la «Nuevo San Matías», situada en la Solana del Cerrado del Toril, hay otra galería de 3 metros en mineral duro, y en «José Ramón», en la Hoya de Don Blas, a los 20 metros de la entrada de un socavón de 90 metros abierto en pizarra se cortó un banco de mineral de 4 metros de espesor.

En «San José» de Gayubarejos, se baja por una trancada en mineral *corcho* a labores antiguas que deben tener algún desarrollo.

En el término de Campillo de Dueñas están los cerros de La Camarera Grande y Chica, La Coronilla y Santo, bordeados en la mayor parte de sus contornos por conglomerados triásicos. Están formados por cuarcitas, calizas y alguna pizarra en lo alto de La Camarera Chica.

Como siempre que se ven calizas también hay allí minerales carbonatados pobres.

De los puntos más notables son Las Parideras del Rincón, en La Camarera Chica, y el Corral de las Vacas, en La Camarera Grande donde está la mina «Porvenir número 3».

«Porvenir núm. 2» comprende los afloramientos del cerro de La Coronilla.

De lo expuesto deducimos, que la distancia al puerto de Sagunto (unos 225 kilómetros) es la causa principal de que no se exploten algunas de las minas de la comarca que, en conjunto, encierran cantidades no despreciables de hematites parda con 48 a 50 por 100 de Fe. y una masa grande de carbonatos pobres de los que se podía sacar utilidad si allí existiera una fábrica siderúrgica.

Muy difícil sería apreciar su cantidad, tanto por la irregularidad de los yacimientos cuanto porque las labores que se han hecho son demasiado someras. Fijar en esas condiciones una cifra, ni aun siquiera aproximada, mientras no se hagan otras más extensas y profundas, sería expuesto a ser rectificada en cuanto se hicieran nuevos reconocimientos.

Para terminar con los yacimientos que arman en las calizas del isleto siluriano que se extiende desde los términos de Tordesilos y Ojos Negros al de Hombrados, diremos que, cuando las calizas dolomíticas ocupan la parte más elevada del terreno siluriano, existen criaderos de hierro en el contacto de éste con las pudingas de la base del trias.

Las calizas que les ha dado origen son silurianas, porque en la base del terreno triásico, muy bien definido en esa región, aparecen siempre conglomerados y areniscas rojas. Las calizas más inferiores de ese sistema corresponden al tramo del «Muschelkalk».

En la figura 4.^a de la lámina IV se representa un criadero de ese género en los Pozos de Sebastián en Setiles. Los conglomerados triásicos sirven de techo a un grueso banco de caliza con minerales de hierro, que a su vez se apoya sobre otro de pizarras grises y éstas sobre cuarcitas.

Pardos, Canales, Herrería y Rueda.

La Sierra de Pardos, nombrada también de Aragoncillo y de Selas, se extiende, en dirección media Norte 20° Oeste a Sur 20° Este, desde el término de Anquela del Ducado hasta el de Rueda, próximo a la Sierra de los Castillejos de Zafra.

De formación siluriana, está rodeada por el Sur y Este por conglomerados y areniscas triásicas, y por el Norte y Oeste por calizas liásicas, salvo un reducido asomo cretáceo.

El levantamiento no ha originado pliegues anticlinales como en la del Pedregal, pues los estratos, muy inclinados, buzan todos al SO.

Casi no aparece en toda la Sierra otra roca que cuarcita. Es muy raro ver aflorar algún banco de pizarra gris verdosa como el que se sigue en gran trecho en el camino que conduce desde Pardos a Rillo.

Hay afloramientos de calizas magnesianas, en lentejones de pequeña superficie, en los cerros del Cabezo, La Poba, Las Tajuderas, La Torrecilla, etc., del término de Pardos; en Los Collados, Peñas Rubias y los Sanchones, de Pardos, Canales y Herrerías, así como en Cabeza Hermosa, del de Rueda, y en El Acipetro, de Pardos y Canales.

En las Vaquerizas, términos de Rueda y Torrubia, las calizas están inmediatamente por bajo de areniscas triásicas.

Lo mismo que en la Sierra del Pedregal, hay bolsadas de hematites parda, limonita, hasta con 50 por 100 de hierro y los tipos inferiores por hallarse aquélla diseminada en la masa calcárea.

Los principales afloramientos son los de Las Tajuderas y los del Cerro del Cabezo.

En éste, la caliza en que arma el criadero se apoya sobre un banco de pizarras de unos 60 metros de potencia, que tiene cuarcitas por techo (figura 4.^a). Las calicatas descubren alguna hematites parda rica, pero los minerales que más abundan en la cumbre y en la solana son carbonatos pobres mezclados con calizas sin atacar.

Las mayores labores están en Las Tajuderas; pueden reconocerse hasta 20 ó 30 metros de profundidad con bastante desarrollo horizontal.

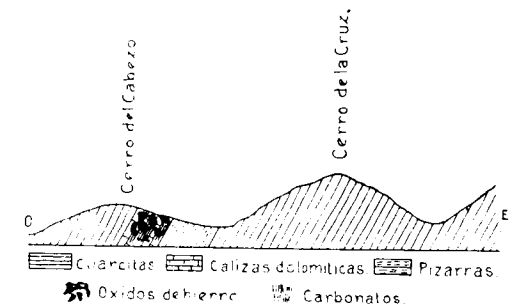


FIGURA 4.ª

Perfil desde el cerro del Cabezo al de la Cruz (Pardos).

En esta mancha, que arma entre cuarcitas, se ha hecho una de las mayores explotaciones de la provincia. Aun se recuerda la época en que los minerales de Pardos tenían fama por su pureza, por lo que eran muy solicitados de todas las herrerías, y en los minados más profundos se han encontrado útiles de trabajo y monedas antiguas.

Aparte de esas excavaciones, no se ha hecho la más insignificante labor, por pequeña que fuera, que permita reconocer en profundidad la disposición y la importancia de estos yacimientos.

Por lo que en la superficie se ve, parecen ser análogos a los de la Sierra del Pedregal, habiendo motivos para sospe-

char que son superficiales y que la cantidad de polvo y de minerales pobres es muy grande.

A estos inconvenientes hay que añadir el que la estación de ferrocarril más próxima, la de Calamocha, dista unos 70 kilómetros de las minas y 250 de Sagunto.

La construcción de la vía férrea que partiendo de Madrid empalmará en Caminreal con el Central de Aragón, pasando por Cifuentes y Molina, facilitará su explotación así como la de las minas de Hombrados y El Pobo. Por eso creemos que los yacimientos de Pardos son más bien del porvenir mientras subsistan las circunstancias actuales.

Cortando la estratificación de los estratos silurianos aparecen entre las cuarcitas una serie de grietas arrumbadas al Norte 30° Oeste próximamente, con relleno de cuarzo y barita en el que se intercalan pequeñas vetas de malaquita y azurita en la superficie, y cobre gris argentífero y siderosa en profundidad. En otros filones, al relleno cuarzoso acompañan vetas de galena argentífera. No deben tener mucha potencia ni su riqueza ofrecer regularidad, porque después de repetidos intentos se han abandonado.

Como más notable figura el de la mina «Estrella» en el Cabezo de las Minas, que se trabajó hasta los 100 metros en diversas etapas durante la última mitad del siglo pasado. Tiene el filón unos 80 centímetros de potencia con vetas delgadas e irregulares de cobre gris que, beneficiado al pie de la mina, daba 10 por 100 de Cu. y 1.500 gramos de plata en tonelada.

Citamos esa red filoniana con minerales sulfurados piritosos por si el origen de los yacimientos de hierro estuviera con ellos relacionado, y que las hematites no fueran sino el resultado de la transformación del sulfuro de hierro en sulfato y la de éste en carbonato que disuelto en aguas satu-

radas de ácido carbónico hubieran atacado las calizas que en su marcha encontraron.

En contra de esta hipótesis existe el hecho de que en Sierra Menera y Almohaja, donde hay masas de excepcional importancia de caliza, hematites y siderosa, no se ha descubierto ninguna grieta rellena de minerales sulfurados, que tampoco se encuentran envueltos entre los de hierro.

Almohaja.

En los derrames meridionales del cerro de San Ginés, a 3 kilómetros del lugar de Almohaja y 14 de la estación de Santa Eulalia, se encuentran importantes yacimientos de hematites parda que arman en el mismo levantamiento siluriano de la Sierra Menera, cuyos materiales están interrumpidos, en una estrecha faja situada al Norte de dicho cerro, por conglomerados y areniscas triásicas.

No forman los estratos que están a la vista, el pliegue anticlinal que se observa en toda la Sierra del Pedregal desde Ojos Negros hasta Hombrados, pues todos buzan al O. S. (lámina VI).

La mancha siluriana está bordeada por el Oeste por esas mismas clases de rocas triásicas que, casi horizontales, se apoyan discordantes sobre cuarcitas (fotografías 4 y 5).

Por Levante la limitan calizas liásicas fuertemente inclinadas, también en estratificación discordante y con idéntico buzamiento al O. S. en corto trecho, porque en seguida cambia hacia el Este con pequeño tendido.

Existe, por tanto, una anomalía con lo que se observa en la misma vertiente de la Menera, donde los sedimentos de esa época buzan todos hacia el Este con poca pendiente, lo que suponemos sea debido a una gran falla, F, que está

bien marcada en el barranco desde las Fuentecillas hasta Almohaja; falla que, habiendo producido un salto, ha hecho descender el terreno (Grauben o foseta de hundimiento de Suess) dejando sólo a nuestra vista las calizas liásicas muy inclinadas hacia el lado donde la grieta se produjo, completando el actual relieve del suelo la denudación posterior (lámina VI).

Las rocas silurianas son cuarcitas, pizarras y calizas dolomíticas de caracteres análogos a los de Sierra Menera.

En el paraje nombrado Torre del Buco aparece un asomo de pórfidos sieníticos con grandes cristales de feldespato ortosa, algunos profundamente epigenizados y maclados por la ley de Carlsbad.

Están bien definidos los dos tramos del sistema. El *ordoviciense* por el *Scolithus linearis* y el *S. Dufrenoyi* en las cuarcitas del cerro de San Ginés y Peña del Aguila; el *gothlandiense* por el *Monograptus priodon* y el *M. pristii* en las pizarras.

Los afloramientos calizos están más o menos transformados en carbonato y óxidos de hierro.

La mayor parte de las menas es hematites parda de color claro tirando a *rubio*; hay alguna roja parecida a la *vena*, dominando en todas las clases las blandas, con menudos y polvo.

Muestras analizadas por los Sres. Pattison y Stead, de Mildslesbrough, han dado los resultados que siguen:

Hierro en seco.	Humedad.	Silice.	Azufre.	Fósforo.	Manganeso metálico.
54,05	3,38	3,90	indicios	0,155	2,197
54,30	4,60	4,60	0,019	0,065	2,246
57,60	10,85	2,65	0,038	0,062	2,246
55,00	13,85	4,60	0,013	0,069	1,757

11.541

BOSQUEJO GEOLÓGICO
DE LA
ZONA DE HIERROS
del término de
ALMOHAJA
(TERUEL)

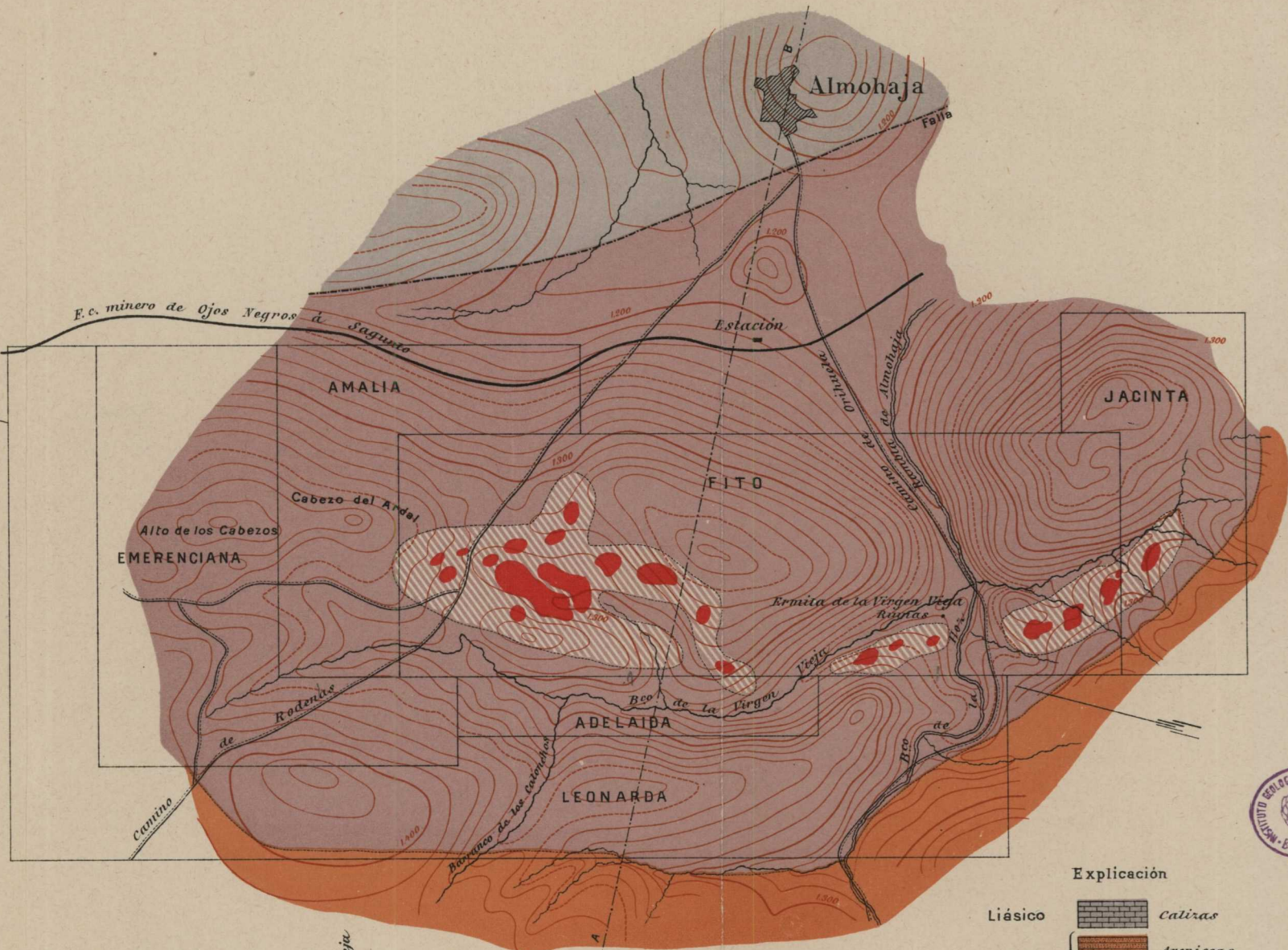
POR
D. VICENTE KINDELAN
Ingeniero de Minas.

Explicación

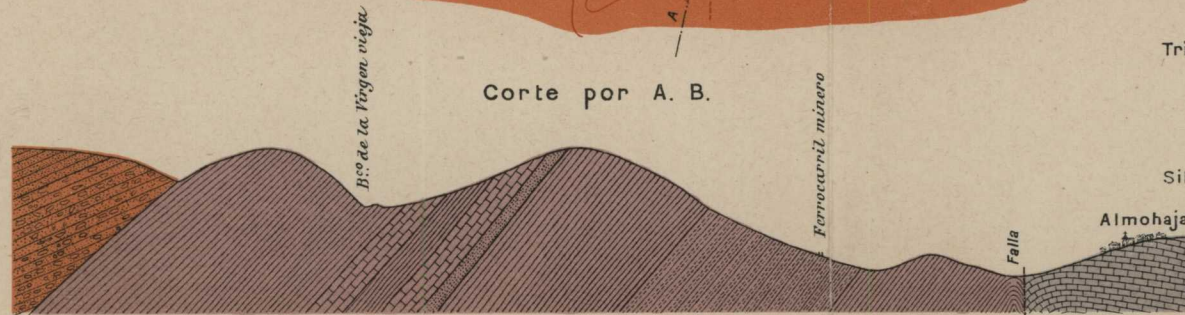
- carbonatos y óxidos de hierro
- Siluriano { Calizas y dolomías
- { Cuarcitas y pizarras
- Triásico { Pudingas y areniscas
- Liásico { Calizas

100 0 500 1000 Metros

Escala de 1:20.000



Corte por A. B.



Explicación

- Liásico { Calizas
- Triásico { Areniscas
- { Pudingas
- Siluriano { Calizas dolomíticas y mineral
- { Pizarras
- { Cuarcitas
- { Areniscas

ESCALA { horizontal 1: 20.000
 vertical 1: 10.000



Se puede asignar una ley media de 48 a 50 por 100 a la zona de minerales ricos.

Todo indica que estos minerales se han originado por sustitución metasomática de los carbonatos cálcico y magnésico por el ferroso, en la misma forma que hemos explicado para los de la Sierra Menera, encontrándose en Al-mohaja los mismos tipos de carbonatos y de óxidos con riquezas variables desde 30 a 50 por 100 de Fe.

Pero además de esta clase de minerales formados por sustitución en las calizas, hay otros producidos por la acción de los manantiales ferruginos sobre bancos de areniscas silurianas con cemento calcáreo, resultando hematites pardas muy pobres, en las que el hierro no llega al 40 por 100 y la sílice oscila alrededor del 50. Son más duros que los anteriores y por su aspecto se parecen al *rubio avenado*.

Una muestra escogida, analizada en el Laboratorio de la Escuela de Minas, ha dado:

	Por 100.
Fe	39,39
Si O ²	30,72
Ph.....	0,563
S.....	0,110

Los Sres. Echevarrieta y Larrinaga formaron un coto de 861 hectáreas con las siguientes concesiones:

	Hectáreas.
María	80
Jacinta	56
Fito	192
Adelaida.....	24
Leonarda	171
Amalia	62
Emerenciana.....	102
Librada.....	16
Horacio.....	110
Cosme.....	48
TOTAL	861

En él se han reconocido tres masas que fueron investigadas por el Ingeniero D. Ladislao Perea.

Según los datos de su *Memoria sobre las minas de hierro situadas en Almohaja*, existen dos zonas mineralizadas (lámina VI), en las que cubica 33.143.200 toneladas métricas de minerales que estima ricos.

De minerales siliciosos pobres supone que existen 6 millones de toneladas.

Para llegar a estas cifras sólo admite un 20 por 100 de zonas estériles en el perímetro que han acusado los reconocimientos, y la densidad de 2,50. Quizás sean rectificadas pues la explotación de la Sierra Menera ha dado muy útiles enseñanzas. El tanto por ciento de zonas estériles resulta mayor, y la densidad media de los cargamentos exportados 1,50.

En cambio, es posible que con otros reconocimientos se descubran nuevos minerales.

De todas maneras resulta un importantísimo yacimiento que seguramente se explotará a pesar de los menudos y polvo, y de su distancia al mar, no menor de 180 kilómetros; pero estos inconvenientes están en gran parte compensados por la abundancia de mineral y su económico arranque.

Cerro de la Carbonera.

Al tratar de los caracteres generales que ofrece el terreno siluriano en las provincias de Teruel y Guadalajara, no hicimos mención, por sus reducidas dimensiones, de las calizas que aparecen en las manchas de la Espineda del término de Checa y en el Cerro de la Carbonera, próximo a Gea, que alza 1.271 metros sobre el nivel del mar.

En la primera no sabemos que se hayan descubierto minerales de hierro.

En la Olla de Juan Teresa, sita en la ladera S. E. de La Carbonera que es un contrafuerte de los llamados Montes Idubeos o Universales, existe un yacimiento con limonita terrosa del 48 al 52 por 100 de Fe. y carbonatos pobres.

Apenas si está reconocido, aunque se hayan hecho algunas labores subterráneas que descubren, entre cuarcitas, un criadero en calizas de la misma índole que los anteriormente citados, pero de dimensiones mucho más reducidas y situado aún a mayor distancia de la costa con la que no tiene comunicación ni por un mal camino vecinal.

B) YACIMIENTOS DE HIERRO DE ORIGEN FILONIANO

Unas veces cortando la estratificación de las capas silurianas bajo ángulos variables y otras siguiendo sus inflexiones, aparecen gran número de fracturas rellenas de cuarzo blanco, amarillento y rojizo que suele destacarse en crestos de gran corrida.

Al relleno cuarzoso muchas veces acompañan minerales de hierro, de preferencia depositados junto a los hastiales del filón y separados de éstos por una delgada salvanda arcillosa.

Principalmente en las cuarcitas hay mayor número de esas fracturas, algo menos en las pizarras duras y en el contacto de las dos clases de rocas.

No pasan a los filadíos negros talcosos de textura tabular y fractura astillosa, ni a las arcillosas blandas, donde los efectos de las dislocaciones del terreno han quedado reducidos a desgarrar las capas sin producir grietas de mucha longitud, rellenándose los huecos con trozos de pizarras desprendidos de las paredes.

Estos filones se presentan casi verticales con espesores variables desde algunos centímetros hasta varios metros.

La parte mineralizada no suele tener más de unos 50 centímetros de potencia, siendo excepciones los de Peña Redonda de Albarracín, Peña del Cervero de Bronchales, Sierra Gorda de El Poyo, La Covertera de Rueda y Cerro del Hierro de la Zoma.

Los minerales que indistintamente los rellenan son hematites roja y parda que algunas veces van acompañadas de pintas y vetillas de carbonatos y sulfuros de cobre. Las primeras son de colores rojo sangre y obscuro. Los oligistos

tienen aspecto acerado y raya rojo cereza. Unas y otras contienen más del 60 por 100 de Fe. metálico.

Las hematites pardas llegan hasta 48 y 50 por 100.

Todas son puras por lo que se refiere al fósforo y azufre que no pasan de algunas milésimas; en cuanto a la sílice, ofrecen mucha variedad, desde 5 a 30 por 100, según el lugar donde se tome la muestra, porque si bien en algunos casos el mineral es compacto y homogéneo, en otros es una brecha de cantos de cuarzo y de cuarcita procedentes de la roca de la caja.

Sería demasiado arriesgado aventurar una opinión definitiva sobre el origen de esta red filoniana; pero teniendo en cuenta que los filones son más frecuentes y están mejor metalizados en las inmediaciones de los afloramientos de rocas hipogénicas, pudieran haber sido producidos por fumarolas sulfuradas mezcladas con mucho vapor de agua y elevadas presiones, desprendidas del magma cuando no estaba aún formado, precipitándose el hierro al estado de sulfuro que, por reacciones secundarias originadas por las aguas descendentes, se ha transformado en óxido en las zonas próximas a la superficie.

En otros el crestón ferruginoso pudiera ser la montera oxidada de criaderos compuestos, probablemente sulfurados cupríferos, análogos a los de Pardos, Molina, Checa, Torres, etc.

Grietas rellenas con minerales oxidados de hierro se encuentran en toda la formación siluriana, sin tener importancia industrial pues en casi todas la metalización es escasa, poco profunda y la ley baja por contener mucha sílice.

Por otra parte, el laboreo resultaría caro a causa de la dureza de la ganga y de la roca de la caja.

Todo ello explica por qué no se ha explotado otro filón

que el de la mina «Santiago» del término de Albarracín, y que en los demás sólo se hayan abierto calicatas que no pasan, las más profundas, de 5 metros. Probablemente fueron hechas en busca de minerales de cobre, que si aparecieron fué en tan corta cantidad, mezclados con los de hierro, que no compensaron los gastos.

DATOS LOCALES

SIERRAS DEL TREMEDAL Y ALTA

Bronchales, Noguera, Tramacastilla y Torres.

El macizo de las Sierras del Tremedal y Alta se extiende desde el término de Torres por el SE., hasta el de Orihuela por el Norte, penetrando en la provincia de Guadalajara por Oréa y Checa.

El eje de la Sierra es la divisoria de dos regiones hidrográficas. Los arroyos que nacen a la parte N. E. van a unirse al río Gallo, afluente del Tajo; los de la parte SO. van al río Garganta para verter sus aguas junto a Valencia.

Dominan las cuarcitas en las cumbres y ladera septentrional.

Las de Bronchales y Noguera se hallan teñidas por el óxido férrico que rellena las oquedades y grietas haciéndolas tomar colores rojos muy subidos, pero la impregnación apenas penetra en lo interior de la roca, cuyo contenido en hierro no pasa de 10 por 100, mientras que la costra ferruginosa, a veces de algunos milímetros, contiene hasta 50. En las Covatillas y en la Sierra Alta se ven enormes masas de cuarcitas estratificadas dirigidas al Norte 10° Oeste con 35° de inclinación al Este, impregnadas de hematites parda que también se encuentra en las juntas, diaclasas y oquedades.

En Torres, Noguera y Orihuela del Tremedal ocupan grandes extensiones de terreno las pizarras negras talcosas de textura fibroso-laminar, entre las que se interponen, como en las de Checa, delgados lechos de limonita terrosa y con-

centraciones de pirita de hierro. Ocupan la parte superior del siluriano y sobre ellas están areniscas triásicas.

En Bronchales las hay anfíbolíferas de color gris verdoso, pero las arcillosas en gruesos bancos son las más comunes.

No sabemos que existan asomos calizos en esta parte de la formación siluriana.

Las capas están extraordinariamente trastornadas, cambiando a menudo de dirección e inclinación, aunque la marcha general es de SE. a NO. con buzamientos variables.

La inclinación de las pizarras sobre las que se apoyan areniscas triásicas no pasa de 30 grados, mientras que las de Noguera y Bronchales llegan hasta 85 grados. Probablemente éstas han sido influenciadas al tener lugar la erupción de rocas porfíroides que asoman en el Castillo de Noguera y en Peña Parda de Tramacastilla.

El primero se encuentra a unos 6 kilómetros al Oeste del poblado de Noguera afectando la forma de una colina de un kilómetro de longitud, 100 metros de anchura y unos 200 de altura sobre el valle. Le dan ese nombre por lo caprichoso de su remate en forma de murallón dentellado imitando las cortinas almenadas de una fortaleza.

La roca es un pórfido cuarcífero con grandes cristales de ortosa, maclados muchos por la ley de Carlsbad, y otros más pequeños de plagioclasa, biotita y hornablenda en su mayor parte cloritizados. En el magma microcristalino domina el cuarzo y hay manchas y laminillas de clorita y óxido férrico.

La masa eruptiva de Peña Parda, colocada debajo de pizarras negras muy trituradas, sólo se ve en el fondo y costados del barranco, de modo que a no ser por las aguas que han arrastrado las pizarras dejando al descubierto la roca eruptiva, hubiera ésta pasado completamente inadvertida.

Por eso suponemos que los escasos asomos hipogénicos señalados en los mapas no son sino testigos de una masa que debe alcanzar gran desarrollo en profundidad.

Los pórfidos de Peña Parda contienen fenocristales de ortosa, plagioclasa y biotita que ha sufrido una alteración notable, apareciendo sus cristales en fajas blancas convertidos en muscovita y otras negras en las que se han acumulado los óxidos de hierro.

El filón más notable, por lo que demuestran sus afloramientos, es el de la Peña del Cervero situada a unos 700 metros al Oeste del poblado de Bronchales. Donde cruza el camino que desde este pueblo conduce a Noguera se destaca un gran crestón de cuarzo teñido de hidrato férrico que continúa hacia el Sur en unos 250 metros, desapareciendo entre cuarcitas que predominan al Oeste y los pórfidos cuarcíferos de la Peña del Fraile. Estos están formados por cristales grandes de cuarzo con las aristas y ángulos redondeados y agregados de turmalina. El magma está constituido de granos medianos de cuarzo mezclados con caolín de color gris. En toda la roca hay repartidos manchas grandes y regueros de limonita.

Por el Norte sigue el afloramiento en unos 1.500 metros.

Este crestón encaja entre pizarras anfibólicas de color gris verdoso y una cuarcita compuesta de fragmentos de cuarzo de contornos irregulares, unidos por un cemento en el que hay también cuarzo, clorita, óxidos de hierro y algunos cristales de biotita.

Su dirección es de Norte a Sur con variaciones hasta de 15 grados al Oeste, amoldándose en general a la de los estratos silurianos, entre los que se intercala verticalmente.

Entre la masa de cuarzo del relleno del filón y las pizarras del hastial Este, se halla hematites de color rojo de san-

gre que mancha los dedos y algún oligisto gris acerado de grano muy fino.

Su composición es la siguiente, según análisis del Laboratorio de la Escuela de Ingenieros de Minas:

	Por 100.
Fe.....	67,19
Si O ²	5,60
Ph.	0,081
S.	0,080

En la Peña del Cervero, o sea en la mina «San Francisco», hay abierta una roza de unos 4 metros de largo por 2 de ancho dirigida de Oeste a Este. En su lado Sur, en altura de unos 3 metros, se descubre el filón con 1,50 metros de hematites roja en el afloramiento y 2 en el piso, no pudiendo asegurarse que aumenta la potencia en profundidad porque en esa altura presenta variaciones.

En la masa de cuarzo, que tendrá unos 5 metros de espesor, están intercaladas varias vetas, también de hematites roja. La hipótesis de que pudieran ensanchar y unirse al filón principal formando uno solo es aventurada, y para apreciarla con mayor fundamento serían precisas otras labores.

Del hastial Sur de la roca parte una galería sobre filón de 10 metros de longitud; de ella arrancan un pocillo y dos crueros, desconociéndose el desarrollo de estos trabajos. No debe ser grande porque apenas si existe escombrera.

La pequeña potencia metalizada, la excesiva dureza del mineral y de la ganga cuarzosa y la distancia a la estación de Cella (unos 50 kilómetros), debieron ser el motivo de la suspensión de esos trabajos.

Sobre el mismo afloramiento, cerca del Val de San Bartolomé, hay un pocillo poco profundo del que se sacó idéntica

clase de mineral entre restos de antiguas entibaciones; en La Viudilla se han reconocido, sin resultados satisfactorios, hundimientos antiguos, pero se sabe que de ese lugar se llevaban minerales a la ferrería de Torres. En Peñas Albas, al Norte de La Peña del Cervero siguiendo la corrida del mismo filón, se ve hematites roja entre el cuarzo y el hastial de Levante.

Todo indica que aquélla es larga, pero no hay datos suficientes para juzgar de la potencia y profundidad que alcanza la metalización.

Un kilómetro al Norte de Bronchales se halla el cerro donde se levanta la ermita de Santa Bárbara, compuesto de cuarcitas que buzan al Este 20° Norte, muy impregnadas de óxido de hierro que también rellena las grietas preexistentes. Las aguas de los arroyos que por allí corren dejan un sedimento de color rojizo que se vuelve pardo amarillento.

En el término de Noguera, lugar del Almagrero, hay abierta una calicata sobre un filón de cuarzo con un metro de hematites roja.

En las vertientes septentrionales de la Sierra del Tremezal, en término del pueblo de Orihuela, asoman sobre la orilla derecha del río Garganta las crestas de un criadero de hierro oligisto que se extiende de NO. a SE., interesando los parajes que denominan La Falaguera y Gorgoril de la Losilla Grande, y en el mismo término, por la falda oriental de Los Poyales, asoman diferentes vetas de pirita de hierro dirigidas próximamente de Norte a Sur.

En el término de Torres abundan también yacimientos cuarzo-ferruginosos, entre los cuales el más conocido es un filón de 1,20 metros de espesor medio, dirigido de Norte a Sur entre cuarcitas en la partida del Gavilán.

Aunque todo ello se ha tratado de explotar, no se obtuvieron resultados positivos.

Sierra del Collado de la Plata.

La mancha siluriana que se encuentra al S. E. de Albarracín, entre las villas de Gea y Tormón, encierra dentro de sus sinuosos contornos la Sierra del Collado de la Plata.

Hállase casi toda rodeada por rocas triásicas y solamente en su parte meridional tiene un contacto de unos 8 kilómetros con materiales terciarios.

Las capas triásicas, mucho menos levantadas que las silurianas sobre que se apoyan, están constituidas por gruesos bancos de pudingas de cantos redondeados de cuarcitas, trabados por un cemento silíceo teñido por el óxido de hierro.

Apenas se ven otras rocas silurianas que cuarcitas, en las que se recogen con profusión ejemplares de gran tamaño de *Scolithus linearis* y *S. Dufrenoyi*.

En los bancos superiores de pizarra, que no son numerosos ni potentes, hay impresiones bien conservadas de *Monograptus priodon* y *M. pristii*.

No conocemos más calizas de esa época que las situadas en la Era de Juan Teresa, en la Solana de Sierra Carbonera, con caracteres idénticos a las de la Menera, que han dado origen al yacimiento por sustitución de que en otro lugar nos ocupamos.

La dirección media de las capas es la misma que en los demás levantamientos silurianos, esto es, de Norte 20° Oeste a Sur 20° Este, con frecuentes sinuosidades.

El buzamiento, por lo general, es al Oeste.

En las inmediaciones se hallan los asomos de ófitas de Villel que contienen augito y hornablenda casi totalmente cloritizada, plagioclasa caolinizada, apatita e ilmenita.

Aparecen cortando las cuarcitas crestones de cuarzo

blanco y amarillento con asomos ferruginosos, en los que se han hecho investigaciones en busca de minerales cupríferos, pues el cuarzo está muchas veces salpicado de vetillas de cobre rojo, de sulfuros y de carbonatos de cobre. Si bien desde Tormón hasta Gea hay gran número de pequeños pozos y socavones, nada importante se ha descubierto con ellos.

Aparecen más abundantes las hematites parda y roja en el contacto del cuarzo con la cuarcita de la caja.

El filón que con más asiduidad se ha trabajado es el de la mina «Santiago» situada en Peña Redonda y Barranco del Aceite del Enebro, término de Albarracín. Hasta el año de 1870 fué la que facilitó la mayor cantidad de los minerales que se consumían en la fundición de Torres; en el año 1882 dejó de aparecer entre las minas productivas de la provincia.

Las labores que allí se hicieron, con las de Ojos Negros, Setiles, Pardos y Hombrados, son las que dan fe de la pequeña industria minera en las provincias de Teruel y de Guadalajara hasta los primeros años del siglo xx.

El filón encaja entre cuarcitas, es vertical y está arrumbado de NO. a SE. con espesores de 2 a 6 metros.

El mineral era hematites parda del 50 por 100 de hierro metálico; contenía alrededor de 5 de sílice y centésimas de fósforo y de azufre.

Fué explotado durante mucho tiempo, y aunque hoy está abandonada la mina es de suponer que no esté agotada porque, según las noticias del Sr. Cortázar, en el año 1871 fué adquirida por una Compañía inglesa que, prescindiendo de los trabajos antiguos que hacían difícil y costosa la explotación, empezó desde la superficie un pozo de 3 por 2 metros de sección por donde habían de hacerse todos los servicios de la mina, al mismo tiempo que se mon-

taba con gran esmero una fundición que al finalizar el año de 1873 contaba con un reverbero y dos hornos de afino.

La fábrica no llegó a funcionar, ni las labores mineras tomaron incremento, debido no a la falta de mineral sino a que no se tuvo en cuenta que en la localidad no existía suficiente cantidad de agua para alimentar los generadores de vapor para cuatro máquinas, que sumaban 76 caballos de fuerza, montadas para el servicio de la mina y de la fábrica.

Como esta región no tiene comunicación por ferrocarril con el resto de España, ni aun por carretera, y dista unos 30 kilómetros de la estación de Teruel, difícilmente pudiera trabajarse ahora en condiciones económicas, porque siempre ha de resultar elevado el precio de costo de la explotación por medio de labores subterráneas y el de los transportes hasta Sagunto, aunque se trate de un mineral de excelente calidad.

Al Sur de Peña Redonda, donde denominan Las Graderas, hay pequeñas investigaciones con pozos y galerías que no sabemos hayan producido nada útil.

Después de la mina «Santiago», los mayores trabajos están en la Solana del Cerro de la Carbonera donde llaman Olla de Iñigo y Caseta del Niño o sea la antigua concesión «Fortuna». Se explotó un filón de hematites parda de unos 4 metros con algún mineral que tenía hasta 50 por 100 de Fe., pero la mayor parte era pobre y muy silicioso.

En el Vago de la Ventana, situado en la cumbre del mismo Cerro de la Carbonera, hay dos labores sobre filón, a las que se entra por rampas, con alguna limonita.

Enumerar todos los lugares donde aparecen señales de esta clase de minerales sería demasiado prolijo. Citaremos sólo los más nombrados en la región por los afloramientos que presentan.

En las Tabernillas y Ceja de la Esperanza, término de Albarracín, asoman hasta la superficie diferentes filones de hematites parda por lo general dirigidos de NO. a SE. y casi verticales.

Una galería abierta en la ladera occidental e inmediata a la cumbre del Cabezo de la Losa, cerca del término de Bezás, pone de manifiesto un filón de esa misma clase de mineral intercalado entre cuarcitas, dirigido de Este a Oeste con inclinación media de 45 grados al Norte y espesor muy variable.

En la Boca del Valle, del término de Gea, se pueden observar los asomos de un criadero de mineral de hierro que tiene un espesor en muchos puntos de más de dos metros.

En las Manguzadas existen trabajos antiguos y un pozo moderno de cuyo fondo parte una galería de unos 30 metros sobre filón. El mineral que de allí se arrancaba le llamaban *hierro de la platilla*, pues decían que contenía alguna plata.

También hay afloramientos en la Colmenilla, situada en la Sierra del Mosquito a Poniente de la Carbonera.

En los años anteriores al 1870 se explotó alguna mena de buena calidad en los términos de Jabaloyas y Tormón, pero los crestones de donde procedía no profundizaron mineralizados.

Excepción hecha del filón de la mina «Santiago», nada de lo descubierto en el Collado de la Plata se puede considerar como yacimiento industrial.

Indudablemente eran minerales de cobre argentífero los que buscaban con las labores mineras que en los afloramientos se hicieron, pues en las Sierras del Tremedal, Alta y del Collado de la Plata rindieron algún provecho varios criaderos cobrizos.

Por no citar otros menos importantes indicaremos los de

Checa, en las inmediaciones del poblado de este nombre; Cerro de la Corte, a 2 kilómetros al NE. de Torres; Cerro del Cabezuelo, a 600 metros al SE.; el filón situado al pie del Cerro de la Casilla, a 3 kilómetros al SO. del pueblo de Gea, y el criadero del Collado de la Plata que adquirió cierta fama entre los aficionados a la industria minera por las explotaciones que allí tuvieron lugar a fines del siglo XVIII y principios del XIX.

Son filones compuestos de cobre gris, hierro espático, galena argentífera, sulfuros y carbonatos de cobre. Aunque las metalizaciones no eran regulares ni abundantes, existían pequeñas zonas muy ricas y, según parece, en profundidad esterilizan.

En los minuciosos trabajos de los Sres. Guzmán, Maestre, Mallada y Cortázar pueden adquirirse detalles sobre estos criaderos. Sólo los citamos por la relación que puedan tener con la génesis de los minerales de hierro de origen filoniano, pues parece probable que algunos no sean sino el resultado de la oxidación de crestones sulfurados piritosos, pudiendo ser la montera oxidada de un yacimiento cuprífero de pequeña importancia, dado lo que se ha visto en otros similares de la región.

El Poyo, Calamocha, Castejón de Tornos y La Zoma.

A la izquierda del río Jiloca, desde el poblado de El Poyo hasta penetrar en la provincia de Teruel por San Martín del Río, hay una estrecha banda siluriana bordeada por materiales terciarios, salvo un pequeño asomo de areniscas rojas entre Tornos y El Poyo.

En la ladera SE. de la Sierra Gorda, inmediata a este pueblo, aflora un filón de hematites roja, dirigido de Norte

a Sur, pequeño buzamiento al Este y ganga de cuarzo fuertemente enrojecido.

Está al descubierto en una calicata de 4 metros de altura por 1,50 metros de espesor, con cuarcitas por techo y muro.

Analizado el mineral en el Laboratorio de la Escuela de Minas, se ha obtenido:

	Por 100.
Hierro.....	63,08
Silice.....	2,10
Azufre.....	0,06
Fósforo.....	0,173

A pesar de presentar un buen afloramiento, larga corrida y distar el paraje unos 3 kilómetros de la estación de Calamocha, no se ha hecho ninguna otra investigación, debido a que varios reconocimientos en la misma Sierra resultaron un fracaso; bien es verdad que se trataba de pequeñas vetas entre cuarcitas teñidas por el peróxido de hierro.

En la misma mancha siluriana, a 4 kilómetros de Calamocha siguiendo la carretera que conduce a Torralba, se cruza el barranco de la Zorra, donde hay crestones de hematites parda que rellena grietas de 0,50 a 1,50 metros de potencia, abiertas al desgarrarse las capas de pizarras grises y verdosas que están muy trastornadas por bajo de cuarcitas grises y rojizas dirigidas de Norte a Sur.

Como la hematites no sólo rellena los huecos sino que también sirve de cemento a trozos de pizarra desprendidos de las rocas de la caja, resultan criaderos irregulares muy pobres y con mucha sílice.

Más al NO. hay hematites parda en el Cerro del Hierro del término de Castejón de Tornos, en filones que arman entre las cuarcitas del tramo más inferior del siluriano, qui-

zás cambrianas. La mineralización es poco potente y superficial, según han demostrado algunos trabajos que allí se ven.

Hace años se otorgaron concesiones mineras en los lugares citados y se hicieron algunas calicatas sobre los afloramientos que mejor aspecto presentaban, pero se abandonaron a los pocos metros de la superficie porque no respondían la cantidad ni la calidad del mineral descubierto.

El origen de estos criaderos debe estar relacionado con una masa de porfiritas micáceas muy descompuesta en la superficie que aparece en el Collado de Santa Bárbara, cerca de Calamocha, en contacto con pizarras verdosas por un lado y calizas miocenas por otro.

La roca es de color verde oscuro. Vista al microscopio aparece estar constituida por una pasta de microlitos de feldespato como elemento esencial, trozos pequeños de mica y algún cuarzo granulítico. En ella están diseminados grandes cristales de feldespato plagioclasa y hojas de mica muy descompuesta.

Un isleto siluriano de unos 1.500 metros de largo por 500 de anchura se halla a un kilómetro al SO. del poblado de La Zoma, partido de Montalbán. Viene a ser la prolongación Sur de la mancha que desde Anadón a Montalbán se dirige de NO. a SE.

Los bancos de cuarcita están cortados en el Cabezo del Hierro por un filón cuarzoso de potencia variable que en algún sitio llega hasta 10 metros. Sobre él debió hacerse un extenso laboreo porque en las laderas hay grandes escombreras donde se recogen con abundancia muestras de oligisto del 63 por 100 de Fe. y hematites parda manganesífera. El mineral es silíceo y la ganga que le acompaña barita.

Tienen existencia legal las concesiones mineras «Paca»

y «Nona», de 100 y 20 hectáreas respectivamente, pero los vecinos más viejos de La Zoma no recuerdan que allí se haya trabajado ni existen vestigios de antiguaserrerías en las inmediaciones. No obstante, fueron minas que tuvieron nombradía en la antigüedad pues ya en el año 1780 las citaba el Dr. D. Antonio Arteta de Monteseuro entre las más conocidas de Aragón.

Aunque el crestonaje en muchos lugares es ferruginoso, no podemos precisar si realmente se trata de un yacimiento de hierro cuya importancia desconocemos, o simplemente es la montera oxidada de minerales sulfurados compuestos que no profundizan, bien sea de plomo o cobre, como ocurre en otros análogos de la provincia.

(C) YACIMIENTOS SECUNDARIOS ENTRE PIZARRAS SILURIANAS

Debido a los esfuerzos a que estuvieron sometidas las capas silurianas, se desgarraron las pizarras, produciéndose grietas, en la dirección de los estratos o cortándolos bajo ángulos muy agudos, que se rellenaron con detritus de la misma clase de roca.

A lo largo se ven crestos ferruginosos formados por brechas de trozos de pizarras unidos por un cemento de hematites parda que rellena también las oquedades; de donde resultan depósitos irregulares con minerales de baja ley, aunque por excepción se encuentran pequeñas bolsadas muy puras.

Las pizarras en que de preferencia arman estos yacimientos son de color negro, textura fibroso-laminar, se exfolian fácilmente al arrancarlas, y cuando la cantidad de carbono aumenta pasan a una ampelita gráfica que se ha aprovechado para fabricar lapiceros.

Entre los planos de estratificación y en las pequeñas fisuras se encuentran manchas y vetillas de óxido hidratado de hierro y eflorescencias de sulfato ferroso-férrico como resultado de la oxidación natural de la pirita, que a su vez salpica la masa y se concentra en lechos que tienen hasta algunos milímetros de espesor.

Son frecuentes los nódulos esferoidales de pizarra con núcleo interno de pirita de hierro, que por su color y por el olor que despiden al quemarlos les nombran *azufrones*.

Por lo que toca a explicar la génesis de estos yacimientos, hay que tener presente cuán arriesgado es emitir una opinión, con probabilidades de acierto, tratándose de cria-

deros que no se presentan de un modo franco, que no se han explotado, y en los que no se pueden hacer estudios comparativos con otros similares de la región que pudieran facilitar alguna enseñanza.

Sólo se cuenta con pequeñas labores superficiales rellenas de escombros y una serie de crestos ferruginosos de 2 a 8 metros de potencia, intercalados, de preferencia, entre filadíos negros lustrosos influenciados por el metamorfismo regional.

Según lo que se ve en las calicatas y en algún corte del terreno, hay motivos para suponer que son depósitos superficiales con minerales de baja ley por la sílice que contienen.

Conforme con las teorías de Mr. de Launay sobre el origen de criaderos análogos, parece que se trata de una «zona de piritización difusa» en la que emanaciones profundas de vapores sulfurados y de agua producidas por la escorificación de las rocas eruptivas, con gran presión, movilidad y fluidez, se han inyectado entre las pizarras rellenando de golpe las fisuras, pequeños huecos e intersticios de las rocas, por reducidas que fueran sus dimensiones, precipitándose el hierro al estado de sulfuro al disminuir la temperatura y la presión en las proximidades de la superficie de la tierra.

Hasta aquí, el tipo del criadero vendría a ser intermedio entre los de segregación y los filones propiamente dichos.

Depositada la pirita, la transformación del sulfuro en óxido se verifica por las reacciones que S. F. Emmons supone dan lugar el oxígeno del aire y las aguas superficiales; reacciones que se detallan en el *Traité des Gisements Métallifères*, por R. Beck, que también el Sr. Villasante utiliza para explicar la formación de algunas hematites en su estudio sobre los *Criaderos de la provincia de Murcia*, inserto en el tomo I de *Criaderos de hierro de España. Memorias del Instituto Geológico*.

Según ellas, el oxígeno del aire y de las aguas superficiales producen sobre la pirita, sulfato neutro y sulfato ácido de hierro y ácido sulfúrico. El sulfato neutro actúa sobre los monosulfuros formados por la oxidación de las masas piritosas produciendo nuevos sulfatos ácidos que, apoderándose de mayores cantidades de oxígeno, engendran a su vez nuevos sulfatos neutros dispuestos a seguir reaccionando sobre los monosulfuros que quedan, hasta que toda la pirita está descompuesta, en cuyo caso la oxidación de los sulfatos produce ya la hematites.

Formada ésta no queda para constituir el criadero más que su transporte por las aguas superficiales después del lavado de las masas de pizarra, y su sedimentación en las fracturas, habiendo dejado como prueba de que las cosas así debieron ocurrir, las manchas de hidróxido férrico intercaladas entre las grietas y planos de junta, y los delgados lechos, vetas y pintas de pirita que no han sufrido transformación.

El criadero actual de hematites parda es, por tanto, secundario a expensas del primitivo piritoso.

Según esto, producidas en las pizarras una serie de fracturas paralelas según la dirección del eje del levantamiento de las rocas silurianas o cortándola bajo ángulos muy agudos, es posible que en ellas se depositaran los hidróxidos de hierro formados del modo indicado, dando origen a depósitos en los que la hematites parda sirve de cemento a fragmentos de aquella roca desprendidos al desgarrarse las capas y por el trabajo de demolición de las corrientes de agua al circular entre ellas.

El material ferruginoso debe proceder de la masa eruptiva que asoma en Checa y Oréa, compuesta de pórfidos sieníticos con fenocristales de hornablenda cloritizada, ortosa, plagioclasa, apatita, magnetita e ilmenita.

DATOS LOCALES

Checa, Oréa, Noguerras, Orihuela del Tremedal y Torres.

La Sierra del Tremedal, al traspasar los límites de la provincia de Teruel para penetrar en la de Guadalajara, toma el nombre de Sierra de Checa, formada por grandes masas de cuarcitas de color pardo oscuro tirando al gris azulado y al pardo negruzco, que alternan con otras, también muy potentes, de filadios negros cuya inclinación no pasa de 40 grados en las capas superiores próximas al trias.

En ellas se recogen con profusión los *graptolitos* característicos del tramo *gotlandiense*, la *Rinchonella Wilssoni* y el *Orthoceras Bohemicum*; las dos últimas especies moldeadas en pirita de hierro que también mancha las pizarras, así como el óxido hidratado de color amarillento.

En la cumbre del Cerro de San Cristóbal, al Oeste de la Espineda de Checa, aflora un banco de caliza dolomítica de unos 10 metros de potencia dirigido al Sur 20° Oeste, con 40° de buzamiento al Oeste. Tiene por techo otro de pizarras grises de 40 metros, sobre el que se apoya una masa de cuarcitas de unos 300 metros de espesor que sirven de asiento a pizarras negras entre las que sobresalen afloramientos de minerales de hierro. Siguiendo una línea casi recta vuelve a aparecer la caliza en el arroyo de las Ánimas en Valditor y en las Covachuelas, no sabiendo que en ella existan manifestaciones ferruginosas.

En el kilómetro 14 de la carretera que desde Oréa conduce a Checa, se ven calizas arcillosas de color oscuro casi negro y textura pizarreña, superpuestas a las pizarras ampe-

líticas que en esta región ocupan la parte superior del sistema. No contienen fósiles, sólo están descubiertas en corto trayecto y no hemos visto otras análogas en la formación siluriana de las dos provincias, así es que no podemos precisar si realmente se trata de una pizarra arcillosa muy calcárea del siluriano o si corresponde a un nivel superior, quizás al devoniano que por aquellos lugares no sabemos se presente.

Son muchos los afloramientos de minerales de hierro que hay entre las pizarras negras, desde el término de Checa al de Torres, pero ninguno tiene importancia, tanto por la cantidad como por la calidad del mineral que descubren.

Parece ser que guardan entre sí cierta relación por estar alineados en filas sensiblemente paralelas en dirección Norte a Sur con variaciones de algunos grados.

En el término de Checa abundan en el paraje nombrado La Espineda. El más notable es el de Las Meneruelas, donde hay huellas de trabajos antiguos y modernos muy superficiales con minerales que en conjunto no pasan del 30 al 40 por 100 de Fe.

No obstante, trozos escogidos han dado lo siguiente, según análisis del Laboratorio de la Escuela de Ingenieros de Minas:

	Por 100.
Hierro.....	53,89
Sílice.....	9,33
Azufre.....	0,071
Fósforo.....	0,188

Se encuentran bolsadas y capas irregulares de limonita terrosa entre las pizarras arcillosas de Peña Blanca y sobre el barranco de la Trucha entre Checa y Oréa; un poco más abajo se ve, además, algún hierro carbonatado.

Se vuelven a encontrar afloramientos idénticos en término de Orihuela del Tremedal, en el lugar llamado Cañadilla del Rincón sita en lo alto del puerto de Bronchales.

Hay también algún mineral de hierro entre filadios negros en Noguera, paraje nombrado Loma del Tío Rella del partido de La Garganta.

En el límite Sur de este macizo siluriano lo hay también en el cerro del Cabezuelo de Torres, muy próximo al trias.

En este último término municipal, como en el de Checa, se han explotado filones de cobre gris poco potentes con monteras ferruginosas.

V

YACIMIENTOS DE HIERRO EN EL SISTEMA
TRIÁSICO

El escaso número de yacimientos que asoman entre rocas triásicas están en la mancha que el Sr. Mallada llama de Sigüenza en la *Explicación del Mapa Geológico de España*. Se extiende en ancha y no interrumpida faja desde los límites de la provincia de Segovia hasta la de Valencia, atravesando las de Guadalajara y Teruel; divídese en dos ramales antes de entrar en ésta: uno está en contacto con la formación siluriana de la Sierra Menera; el otro, más al Sur, con las de Oréa, Checa, Tremedal, Alta, Albarracín y Collado de la Plata.

Están bien definidos los cuatro horizontes geognósticos de que consta el sistema, aunque raramente se hallan todos reunidos.

Sobre las rocas silurianas aparecen bancos de almendrones o pudingas compuestos esencialmente de cantos redondos o elipsoidales de cuarcitas empotrados en un cemento silíceo-arcilloso muy duro, teñido por el óxido férrico.

Sirven de asiento a otros bien estratificados de areniscas de granos más o menos gruesos que disminuyen de volumen cuanto más altos se encuentran, unidos por una pasta silíceea que se transforma en silíceo-arcillosa en las capas superiores. Las hay de color blanco amarillento, pero la casi totalidad son rojas en las que en un cemento silíceo-arcilloso están envueltos microscópicos fragmentos de cuarzo, or-

tosa caolinizada, cristales raros de muscovita y de biotita, y óxido férrico.

En estratificación concordante se superponen calizas dolomíticas de textura unida y compacta, de colores gris, pardo, azulado y amarillento. Cuanto más altas, van perdiendo el carbonato de magnesia y aumenta la cantidad de arcilla transformándose en margas calizas, tránsito de las rocas del «Muschelkalk» a las margas del «Keuper», y según que domine el elemento calizo o arcilloso toman las margas la apariencia de caliza o de arcilla.

Va siempre asociado el yeso blanco, pardo, negro y rojo, en capas, vetas o en cristales; de textura compacta, fibrosa o laminar.

Son muy frecuentes las eflorescencias de sulfato de magnesia.

Sobre el tercer tramo yacen calizas y dolomías que en algunos sitios faltan.

Los Sres. Cortázar y P. Calvo forman con estas rocas el cuarto tramo del sistema, mientras que el Sr. Calderón opina que pertenecen al infraliásico o tramo *rethiense*.

El hecho es, que en la parte más elevada del «Keuper» hay una serie de estratos, compuestos los más altos por fragmentos angulosos de caliza unidos por un cemento de la misma clase de roca, mientras que las inferiores son más dolomíticas y el cemento es calizo-arcilloso teñido por óxido de hierro. Cuando esto no ocurre, las carñiolas son de colores blanco, gris obscuro y azulado.

Confusamente estratificadas, pocas veces están horizontales. Son cavernosas, y las cavidades, más numerosas en las inferiores, llegan a ser verdaderas grutas en las superiores.

Las capas triásicas han sufrido movimientos de carácter general, aunque no tan intensos como las silurianas, pues si



bien en algunos lugares aparecen muy inclinadas, la mayoría de las veces están casi horizontales. Los agentes externos han producido fuertes trastornos que dieron origen a diversidad de cambios de dirección y de buzamiento debidos a las variaciones de volumen de las margas y arcillas al saturarse de agua y al secarse, así como a la disolución de las sustancias salinas que entran en su composición, lo que ocasiona grietas y cavidades con los hundimientos consiguientes que obligan a los estratos a tomar inclinaciones variadas.

Los mismos efectos resultan del cambio de naturaleza que experimentan algunas margas, porque formado el yeso a expensas del carbonato de cal que contiene la caliza, duplica su volumen cuando se transforma en sulfato de cal hidratado.

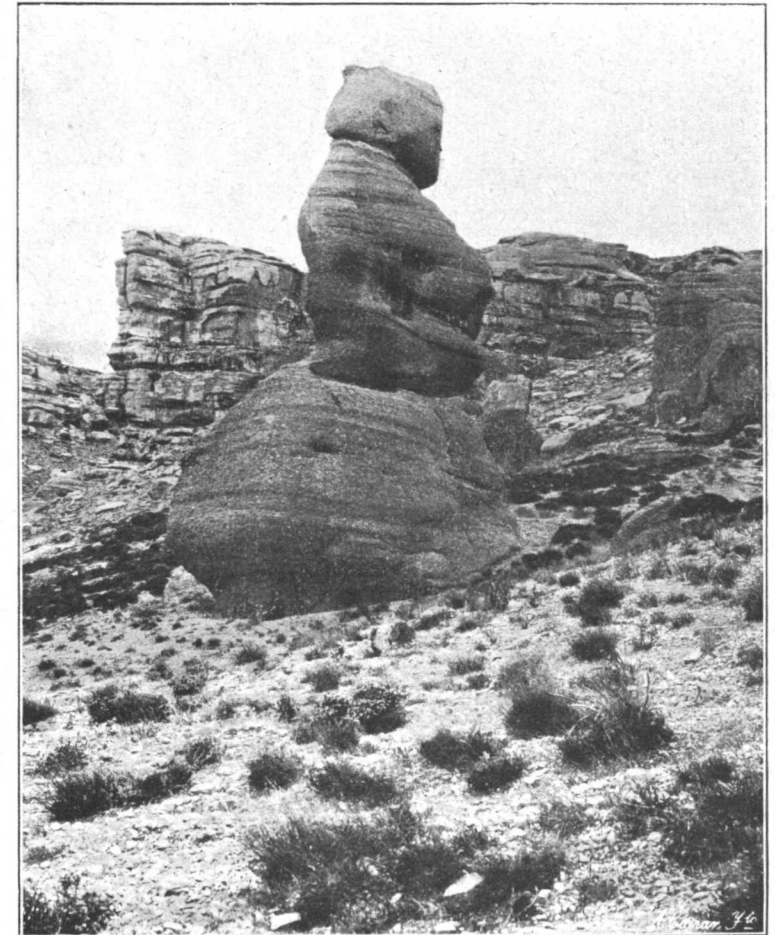
También son extraordinarios los efectos de denudación, principalmente en las pudingas y areniscas que afectan entonces las más caprichosas formas simulando grandes murallas, torreones o recortadas siluetas (fotografías 14 y 15).

Al Sur de Bezas, cerca de Villeda y Camarena, entre calizas cavernosas triásicas están la mayoría de los asomos de rocas hipogénicas que se señalan en el mapa geológico de la provincia de Teruel, dándose otra vez la coincidencia de que en sus proximidades se encuentran los afloramientos más importantes de minerales de hierro que yacen en el trias.

La masa eruptiva está constituida por ofitas que contienen cristales de augito, biotita, plagioclasa caolinizada y mucha apatita.

Los sedimentos triásicos son muy poco abundantes en fósiles.

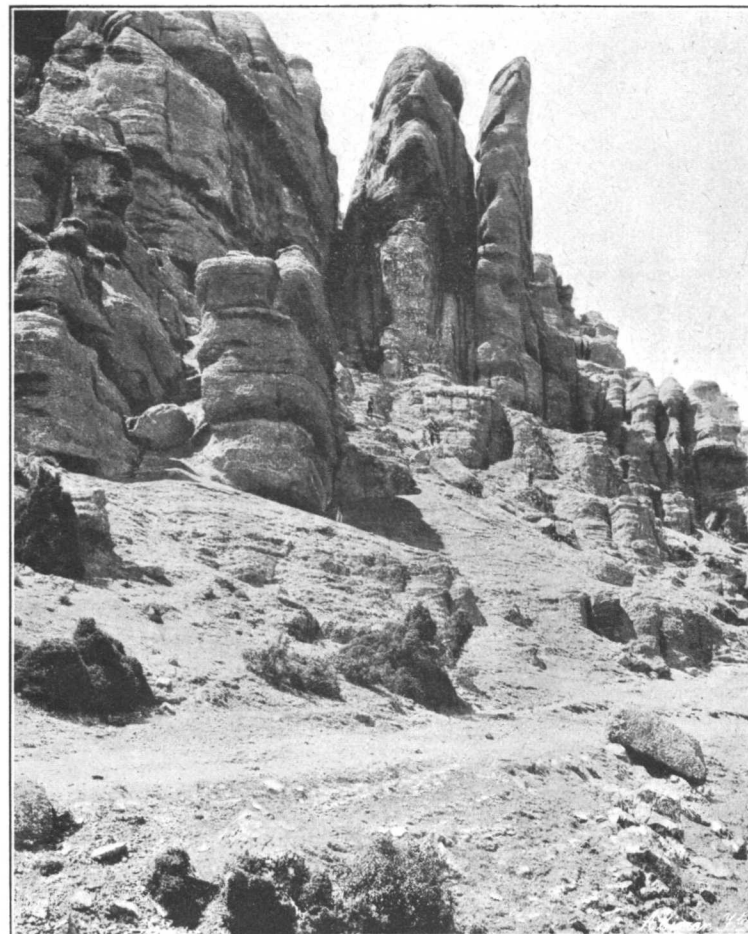
El Sr. Castel, en una nota sobre «Una conífera en el trias», inserta en la página 277 del tomo VII de los *Anales de la*



FOTOGRAFÍA 14

«María la Grande».

Efectos de denudación en las pudingas triásicas.



FOTOGRAFÍA 15

«Los Pesebres».

Efectos de denudación en las pudingas triásicas.

Sociedad de Historia Natural, da cuenta de la presencia de algunos vegetales y hasta la existencia de varios trozos de tallos y hojas carbonizados entre las delgadas capas de areniscas y pizarras arcillosas, cargadas en algunos puntos de mica, del grupo inferior del trias que forman la base del pueblo de Campillo.

Entre las impresiones vegetales pudo clasificar un ejemplar de la *Albertia elliptica*, Shumper, posteriormente llamada también *Haindigerella elliptica*, Endl. En su *Descripción geológica de la provincia de Guadalajara*, también dice haber encontrado ese fósil en idéntica clase de rocas junto al pueblo de Rueda.

El Sr. Cortázar cita las siguientes especies recogidas en las calizas del «Muschelkalk»:

Myophoria Goldfussi, Albert.

Nucula Gregaria, Munst.

Gervilia costata, Quenst.

Posidonomya minuta, Alb.

Lingula tenuissima, Bronn.

Turbonilla dubia, Schl.

Arcomya inæquivalvis, Agass.

Avicula Bronnii, Alb.

Pecten Alberti, Gold.

Glidophorus Goldfussi, Albt.

Las cinco primeras en la Hoz Vieja y las restantes en Rueda, de la provincia de Teruel.

Mrs. de Verneuil y Lorient refieren al «Muschelkalk» de Hombrados la *Nautilus bidorsatus*, Shtoth, hallada por el Sr. Aranzazu en la de Anguita, donde además pudo clasificarse la *Miophoria curvirostris*, Goldfussi.

Las más importantes manifestaciones de minerales de hierro entre rocas triásicas están en las areniscas rojas y puddingas de la Sierra de El Pedregal, desde Hombrados a Tor-

desilos, en las calizas del «Muschelkalk» y en el contacto de estas rocas con aquéllas desde la Contienda y Cueva del Hierro de los términos de Tramacastilla y Monterde hasta Camarena en la provincia de Teruel, pasando por La Nava, Bezas y Saldón.

Por la cantidad y calidad de lo descubierto hasta ahora, se han considerado como yacimientos pobres. Unido esto a lo distanciados que se hallan de los puertos de embarque, se hará muy difícil y costosa su explotación.

DATOS LOCALES

Albarracín, La Nava, Bezas y Saldón.



Desde los linderos de Guadalajara y Teruel hasta el Rincón de Adamuz en los de Valencia por una parte, y por otra hasta la Sierra de Jabalambre, hay intercalados, entre sedimentos triásicos, afloramientos de minerales de hierro alineados de NO. a SE.

El mayor número y los más potentes se hallan concentrados en la región de La Nava, Bezas y Saldón, situada entre 20 y 30 kilómetros de Teruel, sin que apenas se encuentren otros reconocimientos que los hechos por la Compañía del Ferrocarril Central de Aragón en el valle de Donarque del término de Bezas.

Los minerales se han formado por sustitución metasomática de los carbonatos de cal y de magnesia por el ferroso en el contacto de las calizas del «Muschelkalk» con las areniscas rojas algo calcáreas el tramo inferior, que a su vez fueron atacadas por las aguas mineralizadas; contacto que se establece en los saltos ocasionados por las fallas (figura 5.^a, corte núm. 1).

Debido a eso pueden distinguirse dos zonas: la primera con minerales de alta ley, y la última más pobre y muy siliciosa. Como el ataque en las calizas se produce con más facilidad que en las areniscas, la segunda zona suele ser más estrecha que la primera y a veces falta. Además, en algunos trozos el contacto no sigue exactamente la fractura y ésta atraviesa la caliza solamente. En los afloramientos el ataque suele extenderse por la superficie libre del lado de esta roca, de manera que en pequeña altura toma el aspecto de una capa (corte núm. 2); igualmente que en la base,

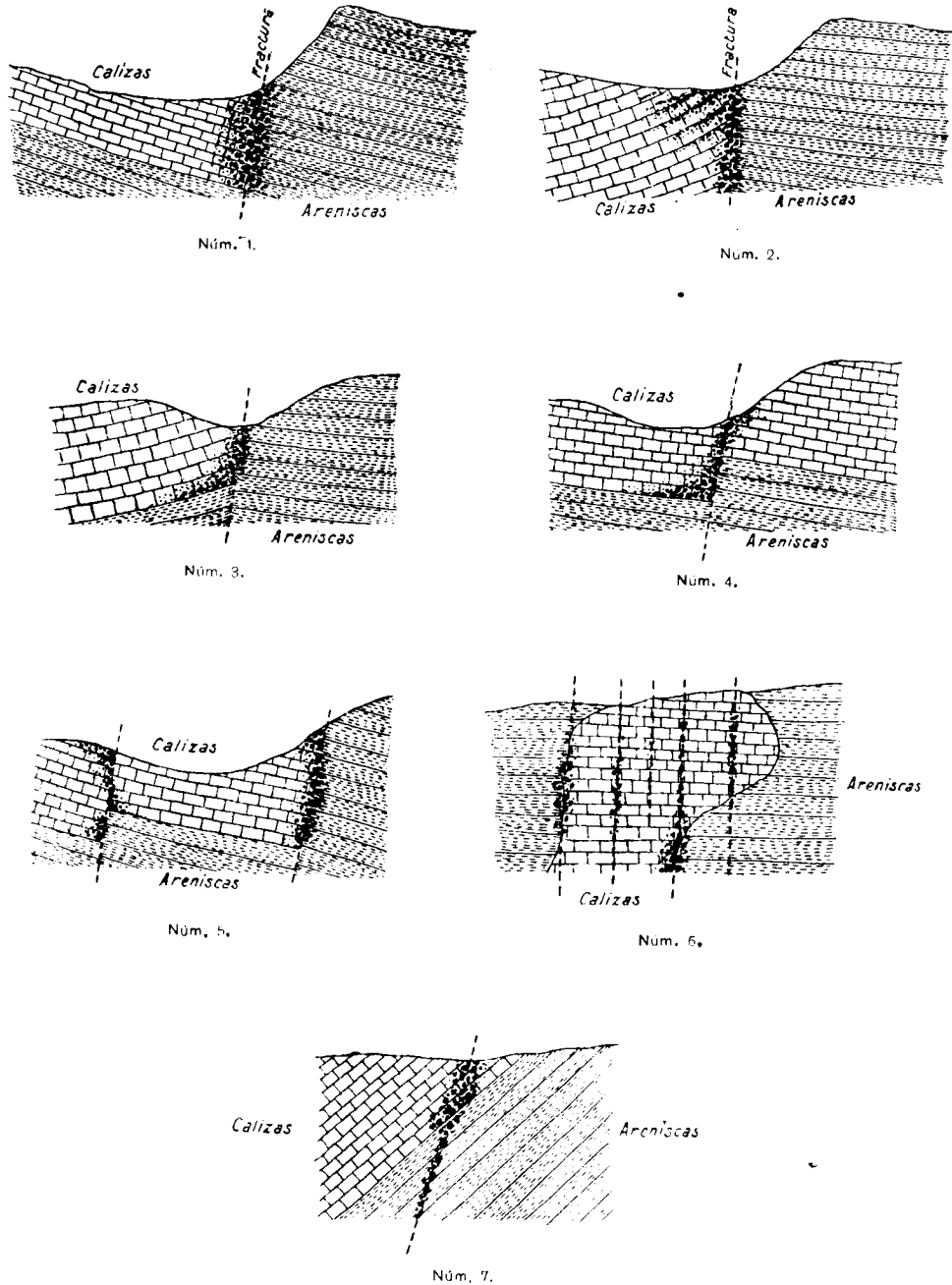


FIGURA 5.

Yacimientos de hierro en el triásico de La Nava, Bezas y Saldón (Teruel).

donde las aguas han podido detenerse más tiempo, las han atacado según su lecho (corte núm. 3), pudiendo combinarse las dos acciones (núm. 4).

En una buena parte del criadero hay dos fracturas paralelas (núm. 5), y donde la caliza ensancha mucho, algunas las atraviesan por el centro produciendo filones dentro de ella, de modo que, además de la fractura de contacto, se encuentran otras grietas mineralizadas más estrechas (número 6).

Las mismas grietas atraviesan las areniscas y el ataque es muy ligero, originando sólo filoncillos estrechos (número 7).

En resumen: los yacimientos presentan variedad de formas y condiciones. En las areniscas se tienen filones pequeños con minerales pobres; al atravesar las calizas son mayores y los minerales más ricos; donde determinan salto que pone en contacto las dos rocas, originan depósitos de mayor volumen por estar ensanchada la fractura a causa de la circulación de las aguas que con preferencia buscaron ese camino para circular encontrando mayor superficie de ataque.

No hay elementos suficientes para formar juicio exacto de la importancia de estos yacimientos que sólo se han reconocido en pequeña extensión y superficialmente en el valle de Donarque.

Es de suponer que estén limitados a la potencia de la caliza o sea unos 60 metros, salvo en los puntos donde por su mayor inclinación alcancen más profundidad.

En otros sitios, tal vez los más, será menor. Se puede admitir en la zona reconocida 45 metros de profundidad media.

El espesor de los depósitos es variable desde 1 hasta 12 metros que tiene en alguna parte de la mina «Segunda

Unión». En el contacto de la caliza con la arenisca se puede estimar de 2 a 3,50 metros.

La ley de los minerales, que son hematites pardas, varía desde 20 a 34 por 100 de Fe. metálico. La sílice llega hasta 35 y el manganeso a 1,70.

Véanse los resultados de algunos análisis:

Fe.	Si O ²	S.	Ph. •
52,70	3,26	0,22	0,003
51,20	5,75	0,57	0,010
44,90	16,57	0,37	0,011
39,20	27,90	0,31	0,042
36,60	30,47	0,12	0,041

Los del 45 al 50 por 100 son los que menos abundan, y como el verdadero yacimiento está en el contacto de calizas y areniscas, con tránsitos de unas a otras, resulta que en el mayor número de labores se obtienen menas ricas y pobres revueltas con arcillas ferruginosas, lo que exige su clasificación y lavado, problema que no deja de presentar dificultades porque el agua escasea en la parte alta de la Sierra.

Aunque muchos de los afloramientos eran conocidos, no se trabajaron hasta hace pocos años en que una Empresa bilbaína abrió siete pozos de 25 a 30 metros que pronto fueron abandonados.

Más tarde, la Compañía del Ferrocarril Central de Aragón formó un coto minero. Durante los años de 1912 al 1914 se hicieron trabajos distribuidos en unos 4 kilómetros, abriendo 15 pozos de 10 a 40 metros de profundidad y cerca de 500 metros de galerías en las minas «Amada» y «Segunda Unión» sitas en el prado de Donarque, «Jorge» y

«Juan» en la Masada de la Nava del término de Albarracín, sin que se descubrieran masas de gran volumen y riqueza.

El Pobo, Hombrados, Setiles y Ródenas.

Las areniscas y pudingas triásicas contienen algunas veces tanto hidróxido férrico que eleva hasta el 40 por 100 su ley media en Fe., sobre todo si es calífera parte de las

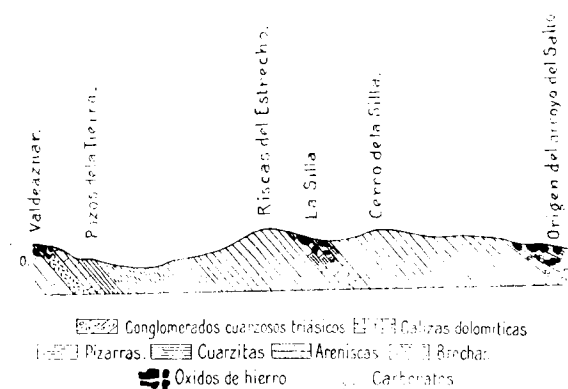


FIGURA 6.^a

Perfil desde Valdeaznar a los orígenes del Arroyo del Salto.

substancias que forman la pasta que une los granos de sílice. Resultan, como es consiguiente, minerales muy siliciosos.

La figura 6.^a representa un perfil desde Valdeaznar al origen del arroyo del Salto, término de El Pobo, donde los crestones de mineral están entre los conglomerados triásicos que se apoyan discordantes sobre cuarcitas silurianas.

De idéntico origen son algunos afloramientos del Majadal de Oliveros, Las Hoyuelas, Llano de la Tejera, Peña Negrilla, etc., de ese mismo término; los de Balondo, cerros de las Colmenas y del Raso, Chaparral de la Tejera, Nava la Zarca, etc., del de Setiles.

VI

YACIMIENTOS DE MINERALES DE HIERRO
EN EL LIÁSICO

Estudiada con gran detenimiento la geología de la provincia de Teruel por los Sres. de Verneuil, Collomb, Lorient, Dereims, Coquand, Vilanova, P. Calvo, Cortázar y otros; la de Guadalajara por los Sres. Palacios, Castel, Calderón, etc., grandes deben ser las dificultades para deslindar los terrenos liásico y jurásico, cuando aparecen representados con un solo signo en el *Bosquejo del Mapa Geológico de España*, debido a que las rocas del uno, principalmente las del jurásico, asoman en pequeños manchones entre las del otro, y a que las especies fósiles características se encuentran mezcladas por hallarse desprendidas del lugar que en realidad deben ocupar.

En vista de ello y de que apenas si merecen la pena de ser citados los minerales de hierro que aparecen entre rocas jurásicas, sólo consideramos dividido el terreno en dos grandes grupos, el liásico y el oolítico, como lo hace el Sr. Cortázar en la *Descripción Geológica de la provincia de Teruel*, comprendiendo en el último todos los tramos que estando representados en la provincia por alguna o algunas especies fósiles, son superiores al piso *toarcense* de d'Orbigny.

De sus datos paleontológicos deduce que en la provincia falta el tramo inferior, o sea el *sinemuriense* de d'Orbigny, y que no está bien probada la existencia de los tramos que constituyen la oolita superior, por más que el

Sr. Vilanova creyó encontrar en Torrelvella toda la serie jurásica desde el lias inferior al *portlandés*.

Las capas jurásicas más importantes en el territorio de Teruel son las que encierran fósiles característicos del lias medio y del *oxfordiense*.

La roca más abundante es caliza gris o azulada, fina, casi litográfica y de fractura concoidea, con numerosa variedad de colores y textura, pues las hay blancas, amarillentas, silíceas, margosas, ferruginosas, compactas, granudas y oolíticas. Por lo general las liásicas son de grano fino y arcillosas, mientras que la textura oolítica es más frecuente cuanto más alto es el horizonte.

También abundan las margas silíceas, pero escasean las arcillosas puras y más todavía las rocas sabulosas.

Las calizas jurásicas suelen presentarse en capas de poco espesor regularmente estratificadas, ocupando comarcas extensísimas en posición próximamente horizontal; en otros sitios, sin embargo, están fuertemente inclinadas.

Son abundantísimas en restos orgánicos.

El Sr. Cortázar recogió más de 200 especies en las de Teruel, y el Sr. Castel más de 150 en las de Guadalajara.

Obsérvase que predominan sobre las demás clases de moluscos las de los cefalópodos. No obstante, en algunos parajes las especies dominantes en el lias pertenecen a los braquiópodos.

Los minerales de hierro yacen en el lias medio o *liacense*, excepto los oolíticos de la Sierra de Camarena y los de Sarrión que están en la base del *oxfordiense*.

No se puede realmente dar el nombre de yacimientos a las pequeñas bolsadas donde se ha reconcentrado alguna hematites parda, porque a juzgar por los huecos que quedan de antiguas explotaciones, no se debió arrancar, aun de las mayores, mucho más de algún centenar de quintales métri-

cos. Se comprende que fueran beneficiables cuando toda competencia era imposible por la falta de vías de comunicación y no existían grandes establecimientos siderúrgicos en otras comarcas. Se pudieron explotar cuando el combustible era muy barato por la abundancia de montes que permitían establecer forjas a la catalana que se trasladaban en cuanto las bolsas se agotaban o si por cualquier motivo no se obtenían utilidades.

A ello son debidos los numerosos escoriales que se encuentran en la comarca.

La hematites parda rellena las grietas y fisuras de la caliza, que también está salpicada de granillos de ese mineral formado por sustitución metasomática seguida de la descalcificación de las rocas y concentración de los granos en las oquedades de las mismas calizas o de otras inferiores.

Hemos visto minerales de hierro, entre esa clase de rocas liásicas, en las Meneruelas del Torrejón, término de Traid; el Manadero, Cañada de la Herradura, Poyal del Chato, Puntal del Acebal, etc., parajes de la Sierra de Molina; en Almohaja, Jabalambre, Garaballa, Manzanera, etcétera.

La roca es gris azulada, algo silícea en unos sitios y en otros amarillenta o enrojecida por el hidróxido de hierro.

En la Sierra de Molina, Almohaja y El Pobo, recogimos, entre otras especies fósiles liacenses, la *Terebrátula punctata*, *T. subpunctata*, *T. Tetraedra*, *Rynchonella tetraedra*, *Lima gigantea*, *Pecten equivalvis*, *Ammonites primordialis*, *Spiriferina rostrata*, etc., que fijan con bastante aproximación el nivel geológico en que asoman esos insignificantes criaderos en los que nada de lo descubierto hasta ahora ofrece interés industrial.

MINERALES OOLÍTICOS DE LA SIERRA DE CAMARENA Y DE SARRIÓN

La Sierra de Camarena se alza entre el poblado de este nombre y el de La Puebla de Valverde de la provincia de Teruel, constituyendo la ramificación oriental más elevada de la Sierra de Jabalambre. En ella el *oxfordiense* adquiere gran desarrollo.

Intercalados entre las calizas oolíticas de este tramo, afloran, en pequeñas manchas, bancos ferruginosos de 1 a 3 metros de potencia, debidos a la sustitución parcial o total de los carbonatos de cal y magnesia por el ferroso. La masa de caliza transformada, envuelve profusión de nódulos esféricos y elipsoidales de hematites parda dispuestos en capas concéntricas, brillo acerado y superficies lisas y brillantes.

Las microfotografías 16, 17, 18 y 19 han sido hechas con minerales procedentes de la Hoya de la Caridad inmediata al poblado de Sarrión, y del Corral de Antón y Fuente de las Amagrillas en la Sierra de Camarena.

Examinadas al microscopio preparaciones en placas delgadas, se ve que la roca es esencialmente oolítica, apreciándose sin necesidad de lente los oolitos bien individualizados y destacados de la masa caliza teñida de rojo por el óxido de hierro que forma el contorno o la totalidad de los oolitos. Estos son numerosos y están separados unos de otros. Las dimensiones llegan a pasar de 2 milímetros, siendo milímetro y medio el tamaño más corriente. Son principalmente de dos clases: los concéntricos y aquellos que por su empaste con óxido de hierro tienen borrada la textura concéntrica.

Los centros de los primeros suelen estar formados por un trozo alargado procedente de la destrucción de otro oolito de una formación más antigua. Cuando el centro es un trozo de la zona cortical de otro elipsoide, también sumamente concéntrica, no se distinguen las líneas unas de otras sino por su distinta orientación, y las del grupo nuclear se destacan rompiendo la uniformidad de las concéntricas que las rodean, adaptándose rigurosamente a las salientes y entrantes del originario trozo central. Todos los centros están teñidos con abundante hidróxido de hierro y tienen un color pardo amarillento a la luz natural.

Muchos de los trozos son de limonita como mineral exclusivo, pero la mayor parte son de fondo de calcita, y quizás a esta combinación se deba el tono pajizo o encendido de muchos centros.

A la luz polarizada paralela, no sólo se aprecia la reacción carbonatada, tanto menos activa cuanto más hidróxido tiene la masa, sino que en algunos centros se encuentran porciones de calcita con sus tonos típicos.

La zona cortical está igualmente bien definida en los distintos tipos. Está compuesta, cuando se halla bien desarrollada, por líneas finas de color amarillento de la limonita, pero en ellas se encuentran granos, líneas y placas de calcita que como en el caso de los centros constituye el fondo. La corteza está, por lo general, bien representada. Es la hematites roja la que mineraliza y empasta sus líneas concéntricas finas que por su unión forman la zona central.

Todo el cemento es de calcita, pero en muchos sitios y en porciones extensas está cargado de óxido rojo que empaña el fondo del carbonato, pero que no le hace perder por completo ni su reacción óptica ni su transparencia.

Lo mismo las partes blancas que éstas oxidadas, están colmadas de cuerpecillos de calcita de muy diversas formas

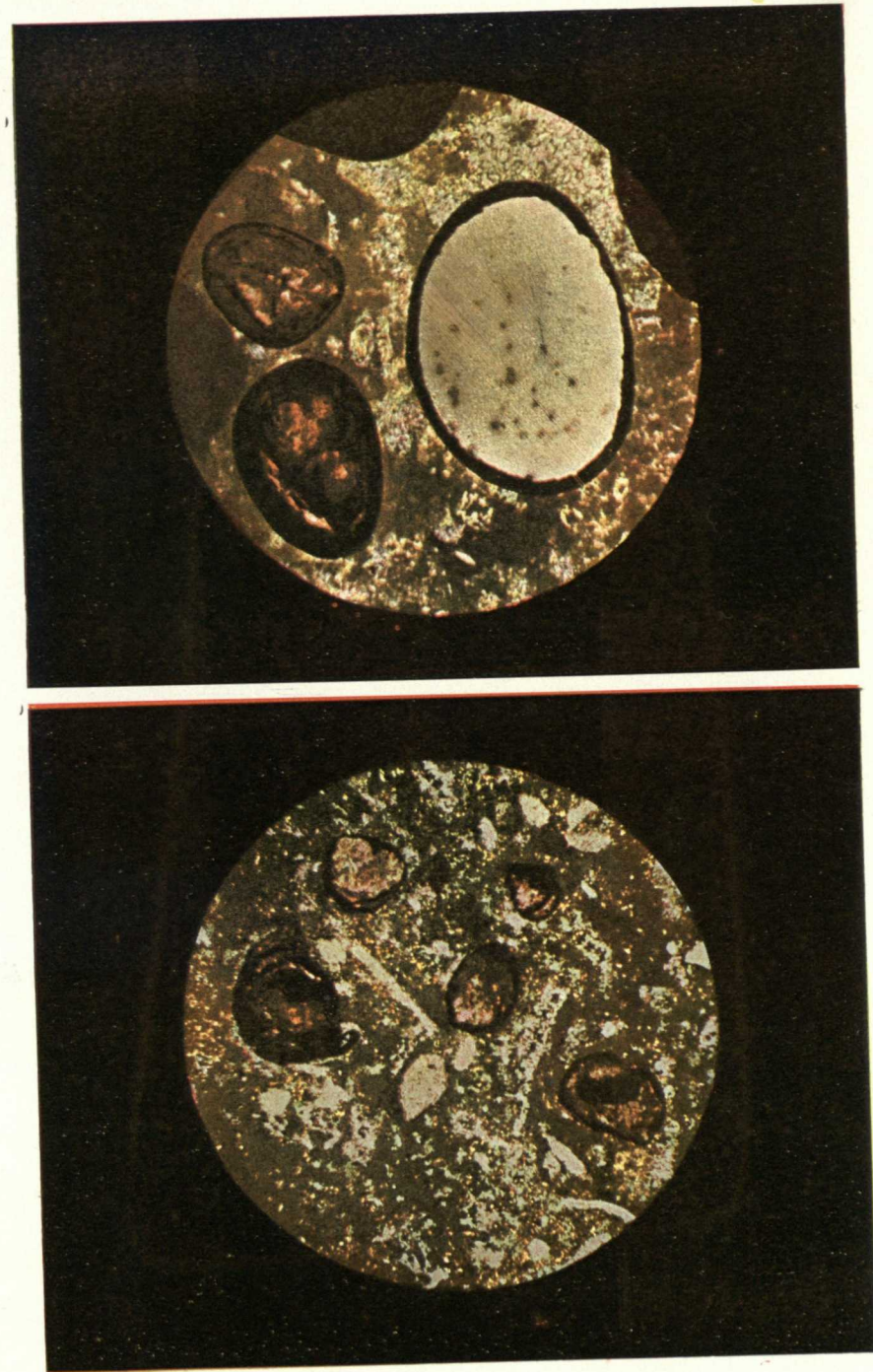


Fig. 17

Fig. 16

Microfotografías de mineral oolítico de hierro de Sarrión (Teruel).

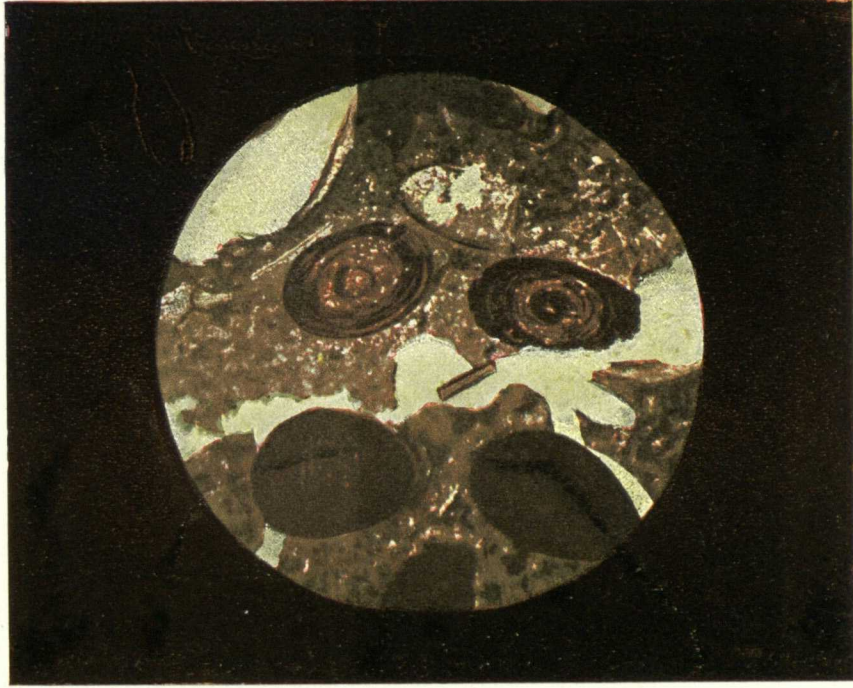


Fig. 18

Microfotografías de mineral oolítico de hierro de Camarena (Teruel).

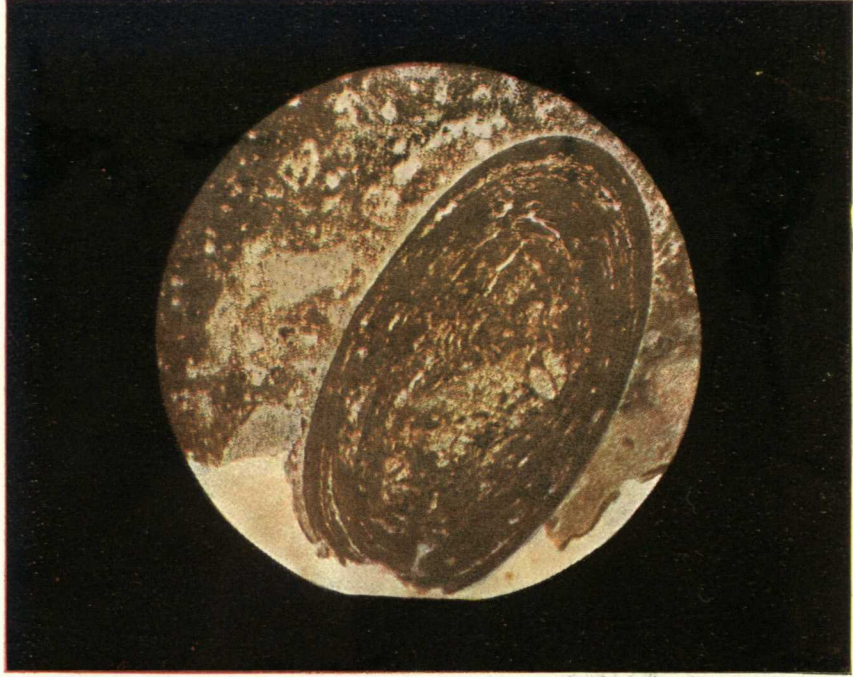


Fig. 19

que son, en su inmensa mayoría, restos orgánicos y de los que como seguros y más abundantes se pueden dar los tallos y artejos de *crinoides* con su punteado característico.

Los yacimientos son epigenéticos, pues aparte de que a simple vista se ve la caliza parcialmente transformada, con tránsitos bien definidos, hay señales de la acción metasomática en la roca que sirve de techo al banco ferruginoso.

La composición de éste, según análisis de una muestra ensayada en el Laboratorio de la Escuela de Minas, es la siguiente:

	Por 100.
Hierro	26,38
Sílice	4,69
Fósforo	0,160
Azufre	0,090

Sin el cemento, los oolitos aislados contienen 49 por 100 de Fe. metálico.

Se repite la coincidencia de que estas mineralizaciones aparecen en las comarcas donde hay próximos asomos de rocas hipogénicas. De éstas probablemente procede el hierro que ha producido los yacimientos y que impregna todas las rocas.

En las inmediaciones de Villel, Valdeloches, Camarena, Jabalambre, Arcos de Salinas, Torrijas, Manzanera y Sarrión hay asomos importantes de ofitas.

Los bancos de mineral son extraordinariamente fosilíferos, predominando el género *Ammonites* ampliamente representado por varias especies y numerosísimos individuos.

Aparte de las encontradas por otros geólogos, el Sr. Cortázar recogió en la Hoya de la Caridad, próxima a Sarrión, 14 especies de *Ammonites* que nosotros recogimos también en la Sierra de Camarena en los lugares llamados Corral de

Antón y Fuente de las Amagrillas. Se puede, por lo tanto, fijar bastante bien el horizonte geológico en que se halla el mineral.

Las especies son:

Belemnites Altdorfensis, Blain; *B. Puzosiannus*, d'Orb.; *Nautilus hexagonus*, Sow.; *Ammonites polymorphus*, d'Orb.; *A. Murchisoni*, Sow.; *A. Truelley*, d'Orb.; *A. Humphriesianus*, Sow.; *A. Caumontii*, d'Orb.; *A. subradiatus*, Sow.; *A. Martinsii*, d'Orb.; *A. macrocephalus*, Schl.; *A. Backerie*, Sow.; *A. Hommaierei*, d'Orb.; *A. plitacilis*, Sow.; *A. anceps*, Rein; *A. lunula*, Ziet.; *Pholadomya Murchisoni*, Sow.; *Lima obscura*, Sow.; *Hinnites tenuistratus*, d'Orb.; *Terebrátula calloviensis*, d'Orb., etc.

Consultado el *Catálogo de especies fósiles encontradas en España*, ordenado por el Sr. Mallada, puede comprobarse que la mayor parte de las citadas corresponden al tramo *oxfordiense* o parte inferior del jurásico medio, y otras al *bayocense* de d'Orbigny, o sea el tramo superior del mismo.

Los afloramientos de minerales oolíticos más notables que tenemos noticia, se encuentran en la Sierra de Camarena a unos 10 kilómetros al O. S. de la Puebla de Valverde, en el paraje nombrado Corral de Antón y Fuente de las Amagrillas. Se han hecho calicatas que descubren minerales en lechos de 1,50 a 2 metros de potencia; yacen entre calizas oolíticas dirigidas al Sur 20° Oeste que buzan 10 grados al E. S., con *Belemnites Blainvillei*, Voltz; *Poladomya Murchisonii*, Sow. y otros restos orgánicos más o menos conservados.

El pueblo de Sarrión está edificado sobre rocas liásicas con *Spiriferina rostrata*, Schl; *Terebrátula punctata*, *Rinconella variabilis*, Schl. A 3 kilómetros al S. E. se halla la Hoya de la Caridad, donde aparece un afloramiento de hie-

rro oolítico que se descubrió en unos 20 metros al arrancar material para construir el terraplén de la vía de Ojos Negros.

La cantidad que en todas partes está a la vista es insignificante y de baja ley, pero su pureza y la naturaleza calizo-ferruginosa del cemento pudieran hacerles útiles beneficiándolos mezclados con minerales más ricos difícilmente fusibles.

El hecho de presentarse en lugares distanciados, yacimientos de esta índole que adquieren gran desarrollo en terrenos jurásicos de otros países, induce a pensar si sería conveniente para lo porvenir, hacer el estudio detallado estratigráfico de la cuenca con investigaciones por medio de sondeos, que no serían muy profundos porque los espesores de las capas oxfordienses no deben de ser grandes, y bastaría con que alcanzaran los estratos del tramo *toarcense*.

VII

MINERALES DE HIERRO EN EL SISTEMA
CRETÁCEO

En este terreno son muy escasos. Se presentan envueltos entre calizas, en bolsadas que tienen reducidísimas dimensiones y con mineralizaciones irregularmente distribuidas. El hidróxido férrico se ha formado por sustitución metasomática del carbonato de cal, a la que ha seguido una descalcificación intensa. En conjunto son pequeños depósitos de minerales pobres, porque dentro de las bolsadas, aun en las más homogéneas, se encuentra la caliza sin atacar o sólo ligeramente transformada.

La corta cantidad de mineral, su baja ley, y sobre todo la distancia a que se encuentran de la costa sin vías de comunicación, hacen que los criaderos hasta hoy conocidos no ofrezcan interés industrial.

Ocupan grandes extensiones las masas de calizas que contienen alrededor de 15 por 100 de Fe. metálico, y las arcillas y areniscas fuertemente enrojecidas, envolviendo pequeños nódulos ferruginosos.

Los minerales que hemos visto se encuentran entre materiales *urgo-aptenses* o *cenomanenses*, que son los dos tramos más inferiores de los tres en que el Sr. Cortázar divide el terreno cretáceo de Teruel, pues de acuerdo con el señor Coquand opina que no aparece el *neocomiense* verdadero.

La ausencia de este tramo le induce a suponer que el territorio de la provincia formado actualmente por rocas cre-

táceas, se hallaba emergido o era tierra firme cuando en otras regiones, cubiertas entonces por el mar, se estaban depositando los materiales *neocomienses*.

Subdivide el *urgo-aptense* en dos tramos: el más inferior formado por una alternación de calizas, areniscas y margas con *Orbitolina lenticularis*, *Requienia Lonsdalei*, *Ostrea Leymerdii*, *O. Aquila*, etc.; el superior está compuesto de areniscas ferruginosas y calizas también ferruginosas que alternan con arcillas. Los fósiles en ellas recogidos son *Trigonia caudata*, *T. Hondaana*, *T. Picteti*, *Plicatula Placunea*, *Belemnites semicanaliculatus*, *Ostrea aquila*, *O. macroptera*, *Orbitolina lenticularis*, etc.

Termina el Sr. Cortázar el tramo *urgo-aptense* en este grupo de las Trigonias, pues el tercer subtramo de la clasificación de Coquand, el de las areniscas y arcillas abigarradas, le considera como la base del *cenomanense* porque ni Verneuil ni él hallaron el *Belemnites semicanaliculatus* ni la *Plicatula placunea* que Coquand creyó encontrar, no logrando ellos recoger más fósil determinable que la *Ostrea flabellata*.

Las partes media y superior del *cenomanense* las constituyen respectivamente los pisos que Coquand llama *rothomagense* y *carantonense*, que no son más que dos subtramos del *cenomanense* de d'Orbigny.

El primero empieza por una lumaquela con *Ostrea Overwegi*, *O. flabellata* y *Orbitolites cónica* y termina con calizas amarillentas. El tramo *carantonense* con *Spherulites foliaceus* y *Caprina adversa*.

Se pasa de unos subtramos a otros por tránsitos poco sensibles que contienen varias especies fósiles comunes.

Areniscas, margas y calizas son las rocas esenciales del tramo *urgo-aptense*. Las primeras, que ocupan por lo general la base, son compactas, duras, algo calíferas, amari-

lentas, verdosas y rojizas, con abundantes nódulos ferruginosos en ciertos parajes.

Las calizas son silíceas, bastas, amarillentas y rojizas.

Las del *cenomanense* son areniscas feldespáticas o arkosas muy deleznable de colores vivos y variados, entre los que domina el rojo, y calizas que suelen ser compactas, duras y marmóreas.

Es imposible precisar, la mayoría de las veces, la extensión y forma de las manchas cenomanenses que cubren a trechos a los sedimentos *urgo-aptenses* pues se encuentran próximos unos a otros, fósiles de los dos tramos, sin que se puedan fijar las relaciones locales de posición que entre sí guardan las rocas que los contienen. Sería preciso un prolijo trabajo que no hemos intentado hacer en vista de la pequeñísima importancia que tienen las manifestaciones ferruginosas en ese terreno.

La orientación más frecuente de las capas es de Este a Oeste próximamente, con posiciones muy variadas desde la horizontal a la vertical, debidas a movimientos que debieron tener lugar en otras épocas posteriores, originados simultánea o sucesivamente por las fuerzas endógenas del globo y por la acción persistente de los agentes atmosféricos.

La mayor cantidad de hematites parda descubierta en el terreno cretáceo de la provincia de Teruel es la que forma las *monteras* o *casquetes* de los criaderos de calamina.

Los más conocidos son los de la Sierra del Monegro, Las Paulejas, Los Tres Barrancos, Masía de la Capellanía, Barranco Hondón, El Monegrillo, La Cespedosa, Los Endrinales, La Torreta, Plano Cordero, Pinar del Cuervo, etc., del término de Linares.

En el de Valdelinares se encuentran en el Barranco de La Tejería y Más del Jarque; en término de Alcalá de la Selva en el Val de Doña Clara.

En conjunto contienen bastante cantidad de hematites parda con leyes desde 40 a 50 por 100 de Fe.

Fuera de la zona donde hasta ahora se han explotado minerales de cinc que vienen acompañados de algún plomo, hay pequeñas bolsadas de hidróxido de hierro, en gran parte al estado de limonita en polvo, en el término de Linares. Arman entre calizas arcillosas de color gris azulado dirigidas de NO. a SE. con buzamiento al O. SO., y contienen *Requienias*, *Orbitolinas* y algunas ostras.

Las más nombradas se hallan en la ladera Este de la Sierra Ferriz, en las masías de Valderosa y Casa Andrea.

En el término de Castelvispal las hay en El Ojal y La Melera donde las capas de caliza se presentan próximas a la horizontal.

En Casa Montoro y la Valsilla del término de Ejulve, se registraron unos pequeños afloramientos donde existen restos de una calicata que está rellena de escombros. Es probable que fueran otros metales los que allí buscaran.

En el mismo pueblo de Ejulve, las calizas, que son de color rojizo, están cortadas por un filoncillo de peróxido de hierro. Preséntanse en grandes bancos que buzan hacia el Sur con inclinaciones que varían de 28 a 50 grados, sirviendo de base en varios sitios a las arkosas del tramo *cenomanense* y en otros a los maciños del sistema terciario.

En el término de Gargallo, en el sitio conocido por Partida de los Tajos, se ha hecho un pocillo cuya profundidad desconocemos de donde se ha sacado hematites roja muy pura con 60 por 100 de Fe. metálico que aparece en la escombrera. El único pequeño afloramiento que allí hemos visto arma entre calizas que buzan 75° al Oeste.

Algún hierro oligisto se obtuvo hace años de una bolsada entre calizas *urgo-aptenses* en el término de Cañizares. Bu-

zan esas capas de 15 a 20° al NE. y descansan directamente sobre las margas yesosas del sistema triásico.

Análogas pequeñas manifestaciones de minerales de hierro puede decirse que se encuentran en todo el terreno cretáceo, desde las areniscas verdosas que forman la base del piso *urgo-aptense* en Mora de Rubielos, Rubielos de Mora, Alcalá de la Selva, etc., hasta las calizas y areniscas feldespáticas del cenomanense. Entre las rocas fuertemente enrojecidas se ven filoncillos, nódulos, concreciones y depósitos de tan escasa importancia que ni siquiera han despertado la codicia de los buscadores de minas, y cuando han dado lugar a registros o concesiones mineras, no han prosperado porque las investigaciones hechas no han descubierto minerales en cantidad y de calidad suficientes para sufragar los onerosos gastos de transporte.

Damos con esto por terminada la descripción de los yacimientos de hierro, pues no deben considerarse como tales las manifestaciones en el terreno terciario en el sitio que llaman La Cogulla en el término de Torres de Arcos, ni las de otras localidades, pues se reducen a que el cemento arcillo-ferruginoso de los conglomerados calizos pasa a ser un verdadero ocre, ya amarillo, ya rojo, y a que en algunos trechos ese cemento domina y toma una estructura algún tanto concrecionada.

De igual manera opinamos respecto a las brechas ferruginosas de formación moderna a expensas de los materiales procedentes de terrenos y criaderos más antiguos, pues si en limitados lugares el contenido en hierro es algo más elevado, en conjunto no constituyen ni siquiera menas pobres. Si alguna vez se han tratado de beneficiar los procedentes de la región N. O. de la provincia de Guadalajara, donde no hay masas importantes de hematites de fácil arranque, los beneficios han sido escasos o nulos.

APÉNDICE

COMPañÍA MINERA DE SIERRA MENERA

Explotación y transportes.

De todas las minas de hierro de Teruel y Guadalajara, las que más nombradía han tenido son las de Sierra Menera que surtían las ferrerías de las dos provincias y parte de las de Cuenca, debido a la pureza de sus minerales y a la economía del arranque. En las rozas más profundas se descubren todavía labores antiguas que hacen difícil la explotación por los grandes huecos rellenos de polvo y menudos.

En los «Datos históricos» hemos visto, que por lo menos desde la época árabe eran conocidas estas minas pues lo atestiguan candiles, monedas y útiles de trabajo allí encontrados.

Siempre el laboreo fué mezquino y la producción escasa hasta los últimos años del siglo pasado en que los señores Echevarrieta y Larrinaga compraron algunas concesiones mineras y adquirieron otras directamente del Estado para formar un coto de 1.479 hectáreas, más las demasías.

Los nombres, términos municipales en que radican y superficies, son:

En la provincia de Teruel:

Nombres.	Términos.	Hectáreas.
Isidoro.....	Ojos Negros.....	174
Horacio.....	Idem.....	56
Isabel.....	Idem.....	158
Teresa.....	Idem.....	153
San Pascual.....	Idem.....	32
El Menerillo.....	Idem.....	28
Jacinta.....	Idem.....	40
La Pilarica.....	Idem.....	28
Amalia.....	Idem.....	264
TOTAL.....		933

En la de Guadalajara:

Nombres.	Términos.	Hectáreas.
Juanita.....	Tordesilos.....	70
Santa Filomena.....	Idem.....	40
Rosario.....	Idem.....	5
Complementaria.....	Idem y Setiles....	40
Antonio.....	Idem.....	90
Blanca.....	Idem.....	64
Leonardo.....	Setiles.....	38
San José.....	Idem.....	15
San Miguel.....	Idem.....	12
María.....	Idem.....	4
Julián.....	Idem.....	50
Gracia.....	Idem.....	51
Bárbara.....	Idem.....	67
TOTAL.....		540

Estas concesiones fueron arrendadas en el año 1901 por la Compañía Minera de Sierra Menera que adquirió las

tituladas «Carlota», «Zoila» y «La Casual», de 100, 88 y 50 hectáreas. Corresponden a la provincia de Guadalajara las dos primeras y a la de Teruel la última, que sumadas a las anteriores hacen un total de 25 concesiones con superficie de 1.717 hectáreas.

Construido el ferrocarril desde Ojos Negros a la playa de Sagunto y preparadas las minas, se ha hecho una explotación intensiva que ha producido desde que se exportó el primer cargamento por el puerto de Sagunto:

Años.	Provincia de Guadalajara.	Provincia de Teruel.	TOTAL
	TONELADAS MÉTRICAS	TONELADAS MÉTRICAS	TONELADAS MÉTRICAS
1907....	»	215.845	215.845
1908...	27.763	111.051	138.814
1909....	120.207	289.811	410.018
1910....	193.953	481.587	675.540
1911....	236.164	545.702	781.866
1912....	256.292	676.840	933.132
1913....	278.528	662.307	940.835
1914....	163.710	375.360	539.070
1915....	54.786	379.907	434.693
1916....	36.375	483.275	519.650
TOTAL.	1.367.778	4.221.685	5.589.463

La disminución de la producción desde 1914 es debida a la paralización de labores por la guerra europea.

El mineral procede de los grupos que llaman Setiles, Pilarica, Corral de las Cabras, Galería Vieja, Orconeras y Los Obispos.

Las minas productivas son: «Leonardo» y «San José», del término de Setiles; «La Pilarica», «Teresa», «La Casual» y «Santa Filomena», de Ojos Negros.

El método de explotación consiste en hacer grandes desmontes o *trincheras*.

Las fotografías 20, 21 y 22 son vistas parciales de labores de las minas «Leonardo» y «San José» de Setiles que forman una sola roza de grandes dimensiones.

La masa mineral se presenta en posición casi vertical, tiene por muro un banco de pizarra arcillosa de color gris de unos 6 metros de espesor y por techo otro muy potente de cuarcitas. Está reconocida hasta unos 100 metros de profundidad y afecta la forma de cuña.

En la mina «Leonardo» se han formado seis pisos de 10 a 12 metros, enlazando el primero con la cabeza del plano inclinado de Montiel, establecido en la vertiente opuesta, por una vía horizontal de 800 metros de longitud por donde tienen su única salida los minerales de la vertiente de Poniente. Los situados a niveles superiores descienden por tolvas, y los inferiores por un plano inclinado mediante un motor eléctrico de 90 caballos.

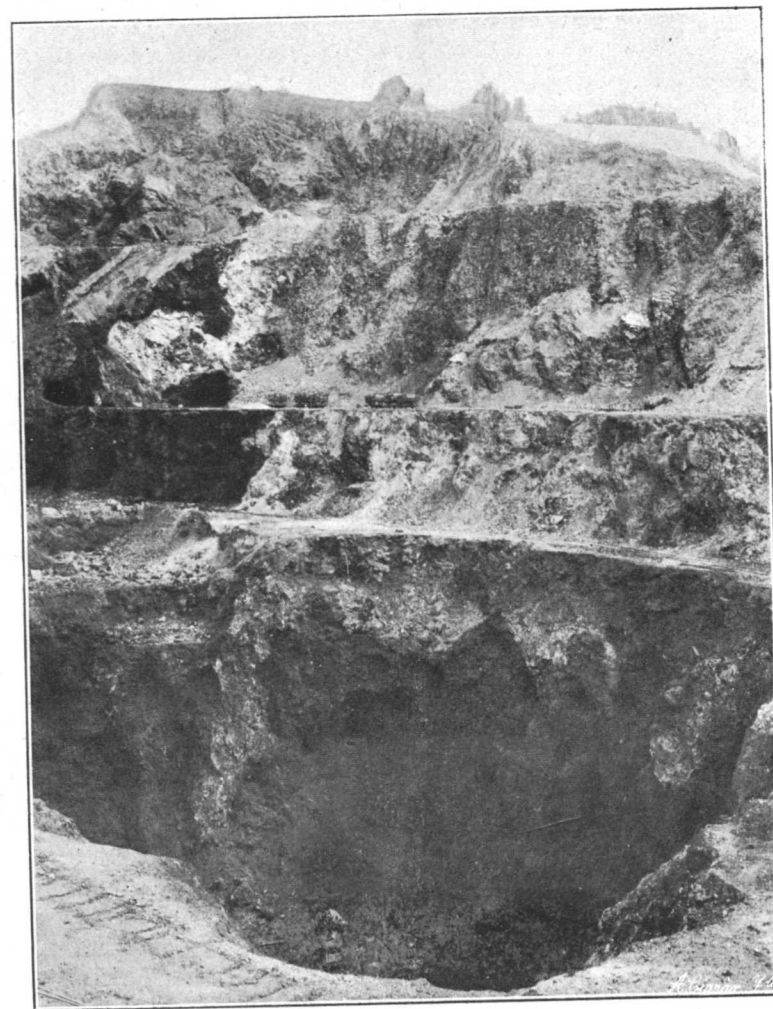
Los más importantes trabajos de Ojos Negros están en las zonas llamadas La Pilarica, Trinchera núm. 2, Orconeras y Los Obispos; se sigue el mismo método de división en pisos servidos por planos inclinados y entrepisos con vías para llevar a distancia los escombros.

La fotografía 23 es un detalle de las explotaciones de las Orconeras.

En la parte referente a «Menas y minerales» puede verse la composición de diversos tipos.

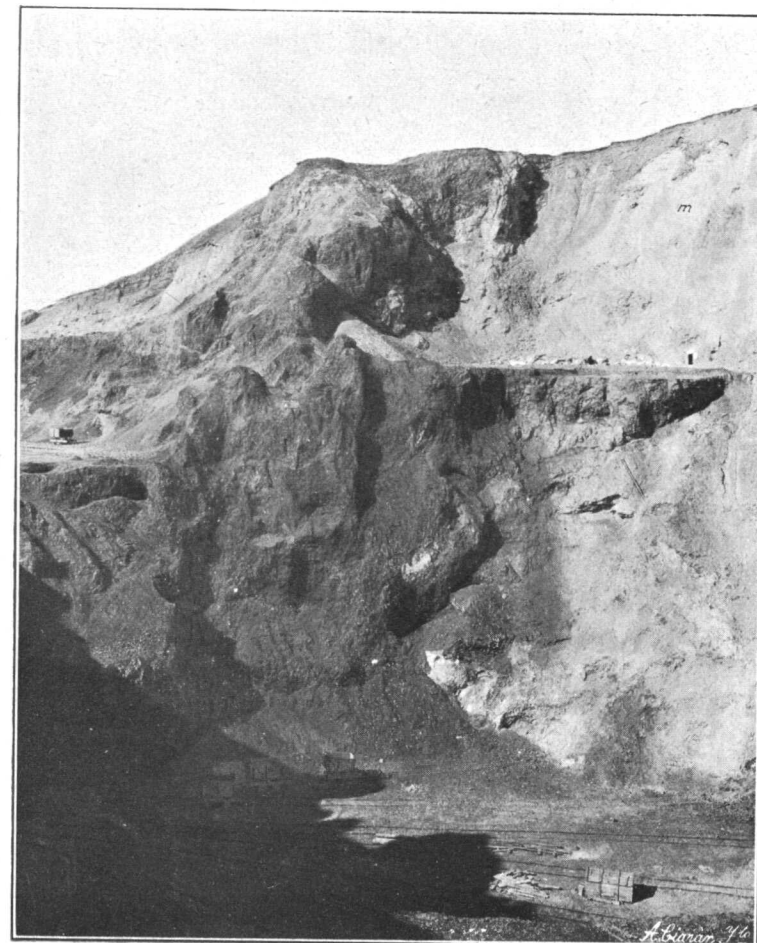
A consecuencia de presentarse los criaderos casi verticales y para el desarrollo de las trincheras, se hace preciso arrancar mucha montera estéril. En el año 1913 se transportaron 768.885 metros cúbicos.

Todas las labores están enlazadas por una red de vías y planos inclinados que conducen el mineral a tres depósitos



FOTOGRAFÍA 20

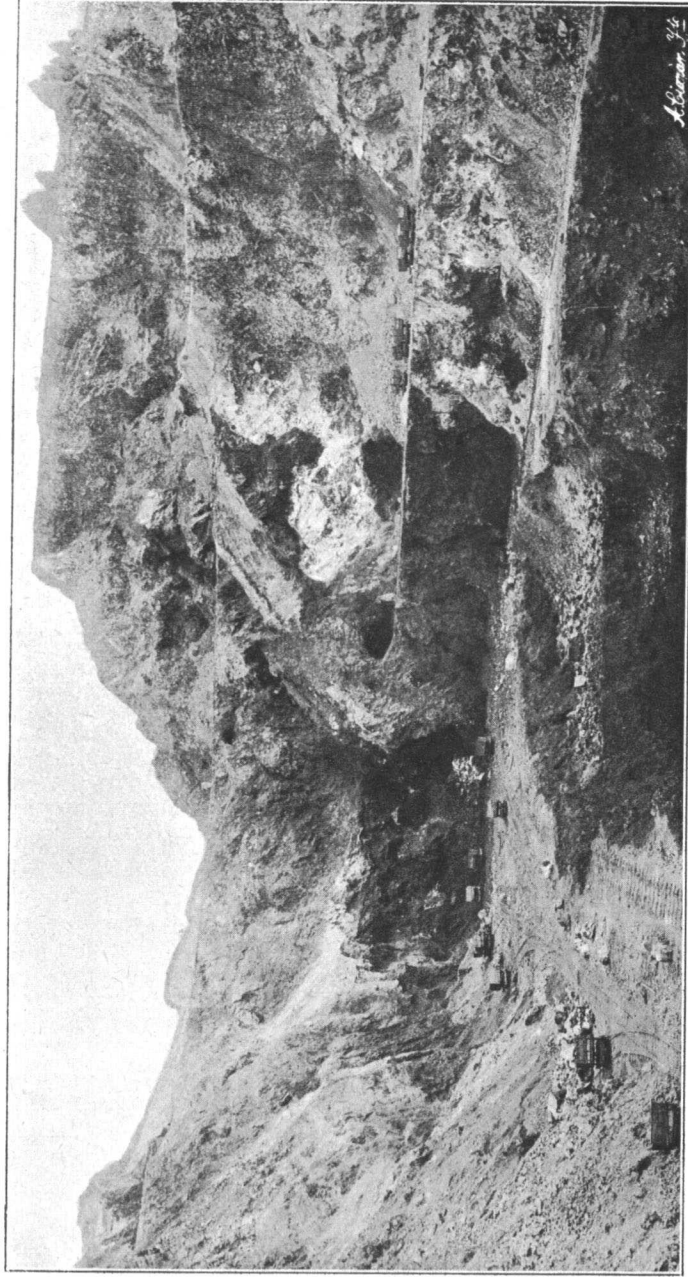
Vista parcial de la «Trincheras número 5» (mina «Leonardo», de Setiles).



FOTOGRAFÍA 21

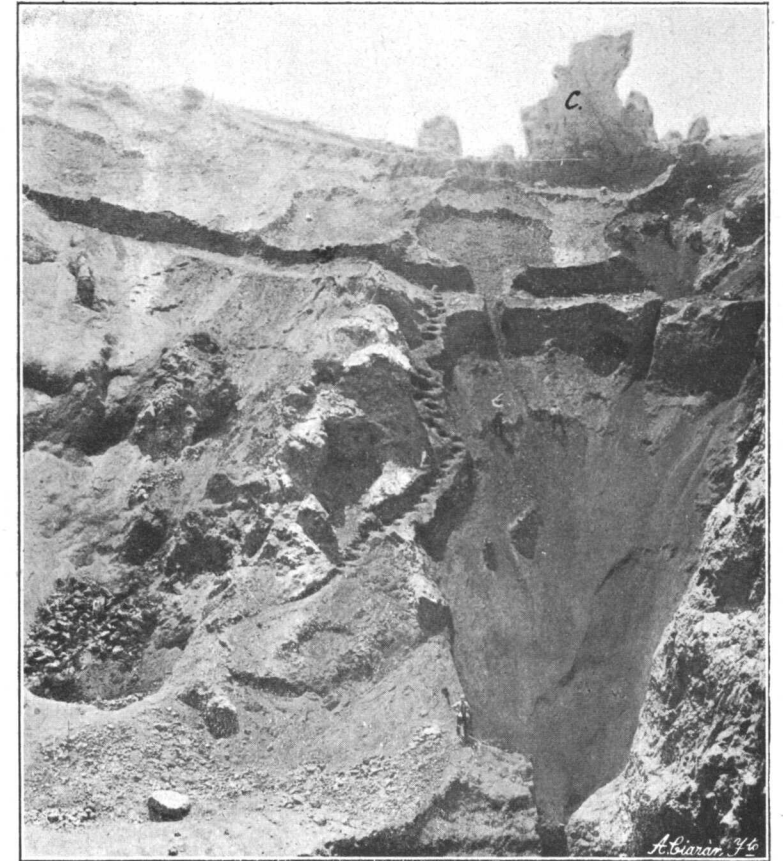
Vista parcial de la «Trincheras número 5» (mina «Leonardo», de Setiles).

m = Yacente arcilloso de la masa de mineral.



FOTOGRAFÍA 22

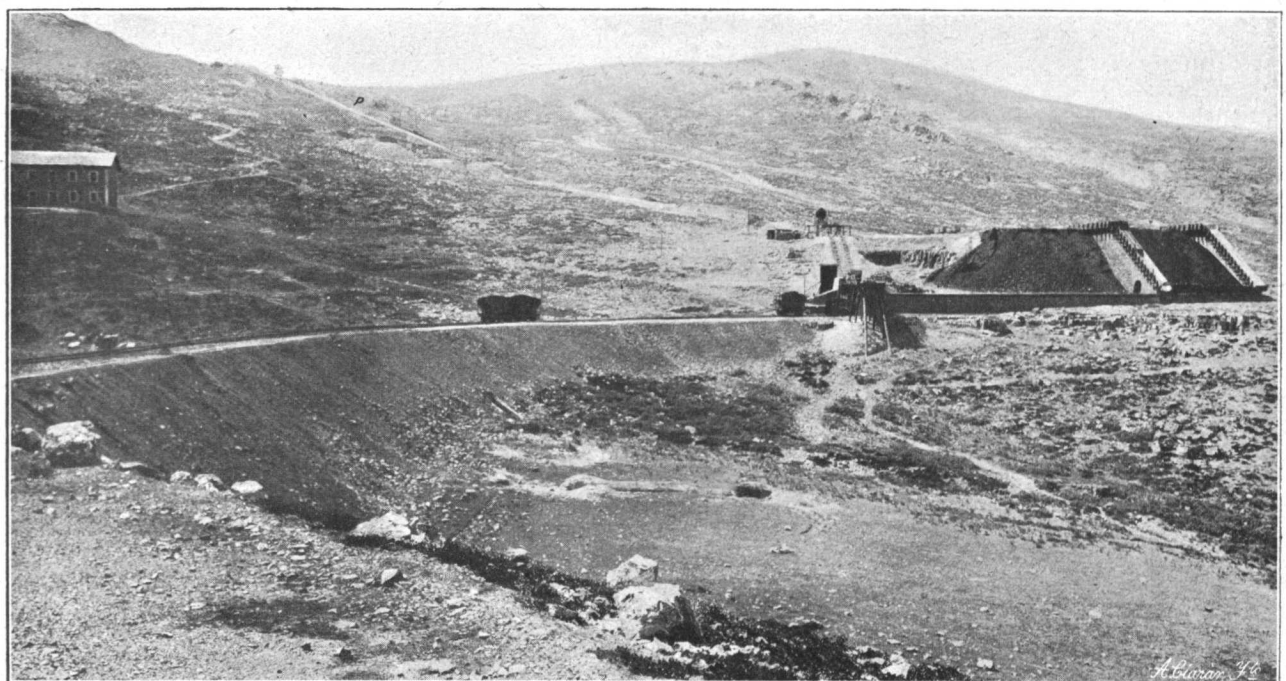
Detalle de la «Trinchera número 10» (mina «San José», de Setiles).



FOTOGRAFÍA 23

Detalle de la explotación de las Orconeras (Ojos Negros).

C = Carbonatos.



FOTOGRAFÍA 24

Depósito de mineral y plano inclinado de Montiel (Ojos Negros).



llamados Montiel, Corral de las Cabras y Orconeras. Se cargan directamente los vagones de la vía general que va desde la estación de Ojos Negros al puerto de Sagunto, salvando la altura de aquéllos por medio de pequeños planos inclinados y puentes de carga directa.

En caso de entorpecimiento en la vía general o de paradas en las rozas se almacena en los depósitos.

El de Montiel, destinado para los minerales procedentes de la provincia de Guadalajara, está enlazado con la vía que desde la «Trinchera núm. 3» va al Collado del Muerto, por un plano inclinado de 400 metros de longitud que gana 90 de desnivel (fotografía 24).

A la parte alta del Corral de Las Cabras se llevan los minerales de Ojos Negros que corresponden a las trincheras números 6, 7, 8 y 9.

El de Las Orconeras sirve para la zona de ese nombre, con cuyas labores está unido por otro plano inclinado de 470 metros y 110 de desnivel.

A los tres depósitos llega la llamada «Vía alta» que partiendo de la estación de Ojos Negros termina en la playa de Sagunto en la proximidad del antiguo Grao. En los 208 kilómetros de recorrido por las provincias de Teruel, Castellón y Valencia, se pasa de la cuenca del Jiloca a la del Turia por su afluente el río Alfambra; de ésta a la de Mijares, y por último a la del Palancia por cuya margen derecha baja el ferrocarril a Sagunto, salvando 1.242 metros que es la cota de la estación de Ojos Negros. La vía es de un metro, pero en el trayecto comprendido entre las estaciones de Teruel y el Puerto de Escadón está preparada la explanación, puentes y túneles para la doble vía.

El material rodante se compone de cuatro locomotoras «Mallet» de 115 toneladas en servicio, o sea el tipo mayor de las empleadas en vía de un metro. Sólo se utilizan en la pen-

diente de 20 milésimas desde Teruel a El Puerto. La capacidad de arrastre es de 33 vagones con carga bruta de 792 toneladas y peso útil de 594 de mineral.

Además hay 16 locomotoras de 100 toneladas, 6 de 39 para maniobras, otras 6 pequeñas para servicio en las minas y puerto, 600 vagones-tolvas de acero de 20 toneladas de cabida y 36 plataformas de madera.

Este ferrocarril es uno de los de mayor recorrido destinado exclusivamente a la explotación de un grupo de minas, estando todo dispuesto para el transporte de 1.500.000 toneladas anuales.

En la playa de Sagunto se han establecido depósitos para 100.000 toneladas en los que descargan automáticamente los vagones.

El dique que llaman de Levante es un espigón de 515 metros de escollera y 144 de muelle que se hizo con cajones de hormigón armado de 16 metros de longitud por 10 de ancho y 9 de alto construídos sobre un flotador. Después de botados y sumergidos se rellenaron de pequeños bloques de mampostería hidráulica.

El cargadero, cuya capacidad es de 5.000 a 6.000 toneladas en diez horas de trabajo, tiene 120 metros de longitud, 24 de luz y 14 de altura sobre el muelle, o sea 18 sobre el nivel del mar. En el extremo de tierra hay un montacargas eléctrico que permite en cuarenta y siete segundos elevar los vagones de 20 toneladas que descargan por vertederas de ángulo y longitud variable en las escotillas del buque. En el extremo opuesto está el descensor automático que los coloca de nuevo en la línea general.

Con esta instalación se pueden cargar 40 vagones por hora.

Como medios auxiliares de carga y descarga se cuenta con dos grúas eléctricas de 4.000 kilogramos y cuatro de

vapor que se utilizan, de preferencia, para las briquetas por su fragilidad y el interés de conservarlas enteras.

Protege el puerto un rompeolas en escollera.

El fondeadero, de unas 16 hectáreas, se conserva dentro del calado de 30 pies ingleses como mínimo, pudiendo fondear barcos hasta de 8.000 toneladas.

PREPARACIÓN MECÁNICA

Cribado.

La cantidad elevada de menudos y de polvo que producen los minerales obliga a cribarlos pues los compradores fijan las proporciones que deben entrar en cada cargamento.

Para ello se han montado en el Corral de las Cabras y en el depósito de Las Orconeras dos talleres de cribado mecánico cuya base es la criba de piano sistema «Sutielliff», constituida por un fuerte bastidor rectangular de hierro que lleva en uno de sus costados una serie de enganches para los alambres y en el opuesto una especie de clavijeros parecidos a los de los bastidores de los pianos.

Como en éstos, se ponen las cuerdas en tensión por medio de una llave especial.

Fijas las cribas con inclinación de 35°, el movimiento vibratorio de los alambres es suficiente para verificar un cribado rápido y completo.

Cada instalación se compone de tres cribas unidas, encima de las cuales va montado un canalón cuyo fondo lo forma una parrilla que separa el mineral grueso dejando pasar el más menudo y evita que sufra fuertes golpes el alambrado.

Cada serie está abastecida por una tolva de hierro provista de su correspondiente compuerta en la que vierten los vagones procedentes de las canteras. La tolva, a su vez, lo hace sobre un carrito montado sobre dos rodales que resbalando por dos carriles recibe de una excéntrica un movimiento de vaivén. De este modo el mineral se distribuye sobre las cribas de una manera continua y uniforme.

Las dos clases que producen las cribas, *finos* y *cribado*, concurren a dos grandes tolvas de hierro que sirven de depósitos para cargar directamente los vagones del ferrocarril y conducirlo a Sagunto, bien sea para el embarque o para el consumo del taller de briquetas.

Como la cantidad de polvo puede ser mayor que la necesaria para el abastecimiento de los hornos, es frecuente tener que depositar el sobrante, para lo cual a cada boquilla de las tolvas corresponde en el piso de la explanación de la vía otra de sillería que comunica con una galería donde los vagones de mina reciben directamente el polvo y lo conducen a terraplenes de depósito.

Las dos instalaciones del Corral de las Cabras están servidas por electromotores trifásicos de 12 y 6 caballos, y las Orconeras, cuya capacidad de producción es doble, por otra de 15.

Para satisfacer las demandas del mercado siderúrgico se mezclan los minerales que proceden de las canteras de Setiles, llamados *Sagunto*, con los de Ojos Negros que denominan *Menera*, formando cuatro clases principales que son: *Menera*, *Sagunto*, *Sagmenera* y *Lavado*, que corresponden principalmente a la cantidad de fósforo que contienen y a su condición mecánica.

Hay además el *Miñón* que es el residuo del lavado, y los *finos* procedentes del cribado.

La *Menera* tiene como máximo 25 milésimas de Ph. y un tamaño mayor de 1/30 de pulgada porque se le hace pasar por las cribas.

Sagmenera se diferencia de la anterior en que es más fosforosa pues llega hasta 60 y 70 milésimas.

La clase *Sagunto* se forma con dos tercios de Setiles, esto es, fosforoso, grueso y granado, y un tercio del blando de Sagunto.

El Ph. varía entre 150 y 230 milésimas por 100.

Según la índole de los pedidos así se hacen distintas combinaciones basadas en la proporción de fósforo o en la condición mecánica exigida pues la naturaleza del criadero lo permite.

El total del mineral arrancado en el año 1913 lo clasificó la Compañía de Sierra Menera como sigue: 215.591 toneladas de minerales cribados, 64.987 de minerales sin cribar, 319.686 de la clase llamada Sagunto, 38.177 de tierras destinadas al lavadero, 52.504 de residuos de criba para embarque y 275.617 de la misma clase destinadas a la fabricación de briquetas y nódulos.

FABRICACIÓN DE AGLOMERADOS DE HIERRO

Briqueteo.

A medida que la producción de las minas de Ojos Negros y Setiles ha ido creciendo, se ha observado que, en conjunto, la cantidad de menudos y de polvo aumenta y llega a más del 70 por 100 del criadero.

Para la Compañía de Sierra Menera es de suma importancia aprovechar esos menudos y el polvo, porque si bien es cierto que una parte encuentra colocación en el mercado sin ulterior preparación, mezclados con minerales más gruesos, la mayoría se perdería después de hechos los gastos de arranque, cribado, transporte, etc. Es preciso darles forma y cohesión apropiadas para su tratamiento en el horno alto.

Mucho se ha trabajado durante los últimos años hasta fabricar briquetas de buena calidad a precios económicos. Esto se ha conseguido después de múltiples ensayos con distintos perfiles de hornos y diferentes clases de combustibles; labor que honra a los Ingenieros que la han realizado, por haber logrado obtener a fuerza de estudio e inteligencia, briquetas que pueden competir con las mejores de fabricación extranjera.

La operación, que a primera vista parece debiera ser sencilla, presenta serias dificultades, a causa de que exigiendo el producto elaborado condiciones determinadas, son muy variables y difíciles de regular los factores principales que en ella intervienen, porque la cantidad de agua higroscópica que contienen los minerales varía mucho a consecuencia de que en la región alternan grandes sequías, nieves y lluvias, no siendo tampoco fácil el obtener homogeneidad completa en toda la masa sometida al tratamiento

por proceder de un extenso campo de explotación con diferentes clases de menas.

Hay que acondicionar la marcha del horno cuidando mucho de que su temperatura no sea más elevada ni más baja de la que realmente deba tener, pues el mayor o menor tiempo que la briqueta allí permanezca, influye en el resultado que se obtenga y da lugar a trastornos y pérdidas de importancia.

En líneas generales, el procedimiento consiste en dar primeramente al mineral en polvo, forma y cohesión suficientes para que pueda resistir las primeras manipulaciones, y después someterle a una temperatura máxima que oscila entre 1.200 y 1.400 grados centígrados, aplicando el principio de la calefacción metódica, esto es, marchando en una dirección el mineral y en sentido contrario los gases calientes. La ganga arcillosa, que en proporción de 8 a 9 por 100 entra en su composición, experimenta los efectos de un calor elevado, aglutinándose y enlazando las partículas de mineral íntimamente mezcladas con ella; sufre un principio de fusión que da por resultado aumento notable en la cohesión de la briqueta, suficiente para resistir sin pulverizarse los golpes que ha de sufrir en el horno alto y las presiones de las cargas. Experimenta también alguna pequeña escoriación la parte más superficial.

Comparada la composición de la briqueta con la del mineral primitivo, el efecto de la operación ha sido perder el agua de humedad y gran parte de la de combinación que poseía el óxido hidratado, quedando el hierro casi todo al estado de óxido férrico y algo de óxido magnético.

Resultado práctico de todo es un aumento de 8 a 10 unidades en la ley de hierro y disminución de un 20 por 100 de materia inerte a transportar, con todas las ventajas que para el horno alto tiene un mineral de tamaño adecuado

exento de agua, sin aglutinante que pudiera escoriar el hierro, y fácil de reducir, porque su porosidad permite penetrar bien los gases.

La primera operación a que se somete el mineral para darle forma y cohesión, es el *prensado*.

Se ha adoptado la de un paralelepípedo rectángulo cuyas dimensiones no deben ser grandes ni pequeñas pues ambos extremos tienen sus inconvenientes. Las briquetas hechas en el taller de Sagunto tienen 12 centímetros por 10 y por 9.

Para darles cohesión basta la humedad que contiene el mineral y la presión de las prensas que es de 300 a 400 kilogramos por centímetro cuadrado, pudiendo llegar hasta 600.

El tamaño ejerce notable influencia en el resultado que se trata de obtener. Si es grande aumenta la dificultad de su manejo, el costo de la prensa, su deterioro y la dificultad de que el calor penetre en su interior, pues como el mineral es en cierto modo un material refractario de poca conductibilidad, puede salir la briqueta excesivamente cocida en la superficie (alobada) e insuficientemente por el centro (cruda). En cambio tiene la ventaja de que la producción aumenta, pues el tiempo de cocción no es directamente proporcional a la cantidad de materia a tratar.

Las prensas son de los dos tipos conocidos en la briquetería del carbón. Uno es de prensado doble, es decir, que el mineral contenido en el molde es sometido a presión simultáneamente por dos de sus caras opuestas; ofrecen la ventaja de dar mayor homogeneidad a la briqueta que las máquinas de prensado simple, pero éstas sufren menos averías, ya que la correlación exacta de movimientos entre el taco prensador y el molde no es necesaria puesto que el primero se halla sustituido por una placa de mayor superfi-

cie que la sección de ésta, y el prensado se verifica por un taco inferior que viene a ser su fondo móvil que sirve también para sacar la briqueta.

La calidad depende mucho de la buena o mala ejecución del prensado, pues para una cantidad determinada de agua higroscópica e igualdad en la magnitud del grano, varía mucho según la presión ejercida y la velocidad de la prensa.

Al salir de ésta, la briqueta es recogida y colocada ordenadamente en los carros-plataformas en que se introduce en el horno, operación a la que se da el nombre de *plegado*; 35 carros de 2,20 de longitud por 3,67 de anchura forman el convoy que se introduce en una hornada; sobre cada carro se colocan 960 briquetas de 2 kilogramos en crudo que después de cocidas pesan unos 1.600 kilogramos. Al colocarlos en las plataformas es preciso que exista cierta solución de continuidad entre las briquetas para que los gases puedan circular y que el calor se transmita lo más uniformemente en la masa. También debe procurarse el máximo aprovechamiento de la capacidad del vagón para aumentar su rendimiento y el de toda la fabricación en general.

El aparato de aglomeración es un horno de los llamados de túnel, tipo Grondal, repetidamente modificado por los Sres. Aburto y Galarza, calentado por la combustión de polvo de carbón que se prepara en una instalación especial de molinos. (Figura 7.^a)

La solera móvil la constituyen los vagones, formados por un bastidor de plancha de hierro reforzada con angulares, revestidos superiormente por gruesas losas de material refractario y montados sobre dos ejes con cajas de engrase de rodillos.

En uno de sus lados menores lleva una hendidura en la que enchufa un saliente del vagón anterior, y en los cos-

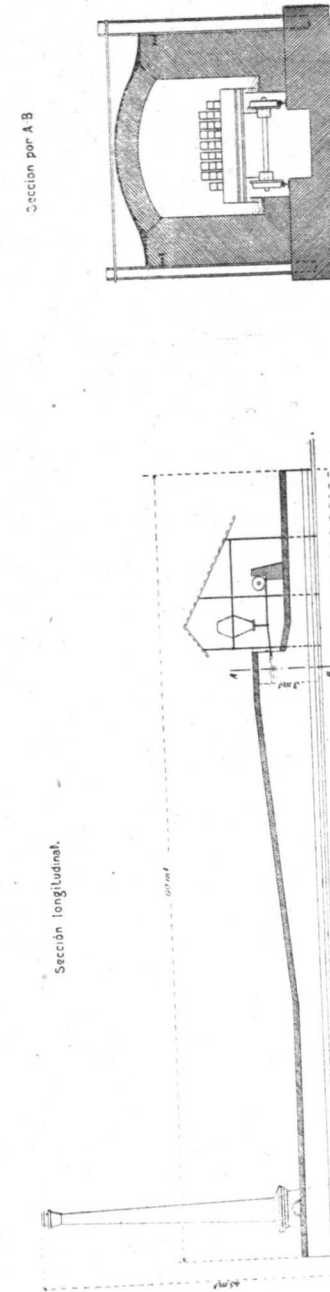


FIGURA 7.^a
 COMPANÍA MINERA DE SIERRA MENERA
 Fabricación de aglomerados de hierro en Sagunto (Valencia).—Diseño de un horno pequeño para hacer briquetas.

tados dos barras de hierro en ángulo que montan sobre otras inversamente colocadas en toda la longitud de los pies derechos del horno, formando unas cajas que se rellenan de arena. Queda así incomunicadas la parte inferior y superior del horno a todo lo largo del tren cuya marcha se hace mecánicamente.

Primeramente los hornos se instalaron por parejas, pero la práctica aconsejó aumentar su anchura y por ello se ha más que doblado esta dimensión haciendo de cada dos uno.

En sus extremos llevan compuertas metálicas provistas de orificios o mirillas para observar la marcha de la operación. Sólo se levantan durante los breves instantes que se invierten para dar entrada a un vagón y salida a otro. La parte central está revestida interiormente de ladrillo refractario y el resto de ladrillo ordinario, cubriendo la bóveda una capa de arcilla. Sobre ésta va otra de escarbilla de locomotora y encima se pone teja plana o ladrillo.

En el costado libre, en la cámara de combustión, lleva mirillas para observar la marcha de los gases, y de trecho en trecho orificios para llenar desde el exterior los areneros.

Con relación al modo de funcionar, se divide el horno en tres zonas.

La primera recibe el nombre de *cámara de secado* porque es donde el mineral pierde la humedad.

En la segunda, zona central, se verifica la aglomeración de la briqueta; en la tercera, o de *enfriamiento*, cede parte de su calor al aire que entre ella circula y que ha de alimentar la combustión cuando no funciona el ventilador.

Suponiendo en el interior del horno un tren completo de vagones cargados de briquetas, el primero toca con la puerta de entrada, y el último de los 35 que constituyen la carga, se encuentra a unos 80 centímetros de la puerta de salida que permanece cerrada, resultando así dividido el

horno, en la longitud del tren, en dos partes: la inferior limitada por los bastidores que sirven de asiento a la solera de los vagones, los pies derechos del horno y el piso de la galería, y la superior por las soleras, pies derechos y la bóveda.

Los gases procedentes de la combustión de polvo de carbón pasan con la temperatura adquirida donde éste se quema, a la zona de secado, en la que ceden gran parte de su calor a la briqueta, preparándola para la fase siguiente. Llegados al extremo anterior del horno se dirigen por un conducto provisto de varios registros a la galería general de la que van a la chimenea.

El aire entra por una galería situada por bajo de los hornos; recorre su parte inferior refrescando los bastidores de los vagones y rodamen del tren, y llega a la parte superior de donde es aspirado por un ventilador para ser impulsado por la entrebóveda o bien por el simple tiro de la chimenea, enfriando a su paso la briqueta. El que se necesita para la combustión del polvo de carbón se toma caliente del mismo horno, detrás de la zona de combustión y en la corriente que enfría las plataformas que han atravesado ya la de fuego.

El ventilador tiene por objeto activar la circulación del aire y dar presión a los gases en las cámaras de combustión y de secado, a fin de que se pongan en íntimo contacto con la briqueta, porque los gases calientes, por su tendencia natural, van hacia la bóveda, donde encuentran mayor espacio y menos resistencias debido a que las briquetas no llegan hasta ella.

La marcha del horno es continua, no alterándola sensiblemente la operación simultánea, que apenas dura un minuto, de introducir un carro con briqueta cruda y de extraer otro por el extremo opuesto.

La briqueta bien fabricada tiene color gris acerado con tinto ligeramente azulado, fractura compacta, algo terrosa en su interior y muy porosa. Su resistencia a la compresión es de 60 kilogramos por centímetro cuadrado para la briqueta seca. La porosidad, calculada por la cantidad de agua que absorbe, es de 42 por 100 en volumen, admitiendo un máximo de 15 por 100 en el peso.

Para un horno en marcha normal puede considerarse que la composición media de la briqueta bien hecha es la siguiente:

Hierro.....	61,80
Sílice.....	6,90
Manganeso.....	2,25
Azufre.....	0,01
Fósforo.....	0,04
Alúmina.....	0,40
Oxígeno.....	27,80
Pérdidas.....	0,80
TOTAL.....	100,00

Pero de esta clase no es posible obtenerlas todas iguales, ni aun las que proceden de un mismo vagón pues resultan de composición y propiedades distintas, lo que no es de extrañar dada la naturaleza del mineral y la índole de la operación.

La producción total de briquetas en las plantas de Ojos Negros y Sagunto ha sido:

Años.	Toneladas métricas.
1910.....	21.791
1911.....	61.834
1912.....	98.685
1913.....	126.834
1914.....	139.442
1915.....	162.877
1916.....	206.067
TOTAL.....	817.530

La de Sagunto es la única que hoy marcha y en ella se ha concentrado toda la fabricación.

La instalación actual comprende: un depósito de polvo de mineral de 1.500 metros cúbicos de capacidad, cuyas dimensiones son 43 metros de longitud por 7,50 de anchura; dos naves para las prensas, adosadas a las fachadas del depósito que tienen 59,60 metros de longitud por 6,50 de anchura, provista la primera de seis prensas Emperor y dos Cravens, y la segunda de ocho Emperor, accionadas las de la primera nave por un motor eléctrico de 90 caballos y las de la segunda por otro de 75. Cada nave de prensas corresponde a una planta de hornos, y cada una de éstas tiene seis hornos de 79,80 de longitud, 3,77 de ancho y 2,20 de altura.

Los aparatos de carbón están servidos por un alimentador mecánico, y cada uno de los hornos provisto de dos tolvas, dos distribuidores y dos inyectores con aire forzado a la presión de dos atmósferas. El aire comprimido lo suministran dos compresores sistema Ingersoll Rand, accionados por motores eléctricos.

Cada planta de hornos se halla en relación con depósitos para la briqueta cocida de 2.500 toneladas de cabida,

siendo su longitud de 75 metros y 6 la anchura, servidos por los montacargas y descensores correspondientes para los volquetes adonde se transbordan las briquetas al salir las plataformas de los hornos.

Las dos chimeneas, una para cada planta, que reciben los gases de los hornos, tienen 44,50 metros de altura.

Hay en construcción dos nuevas naves de briquetación con el depósito central de polvo de 43 metros de longitud, 8,40 de anchura y cabida de 1.200 metros cúbicos. En una de las naves funcionan ya dos prensas Emperador accionadas por un motor eléctrico de 40 caballos, en relación con dos hornos que forman parte de la tercera planta, hallándose en construcción otros seis. La chimenea tiene 53,60 metros de altura.

La guerra europea ha ocasionado a esta industria grandes trastornos y perjuicios. Además de los elevadísimos precios del carbón, fletes, etc., y haber disminuído los trabajos en las minas de Sierra Menera, la casi totalidad de las briquetas y nódulos era consumida en las fábricas siderúrgicas de Alemania y fué preciso buscar nuevos mercados, ocurriendo todo ello cuando estaban vencidas las dificultades y se obtenían económicamente briquetas que eran muy solicitadas en los mercados extranjeros.

Nodulación.

Se ha montado en Sagunto el taller de nodulación para aprovechar una parte de los menudos y del polvo procedentes del cribado de los minerales de Sierra Menera y en particular de las concesiones de Aragón.

Conocido es el procedimiento, que consiste en transformar los minerales pulverulentos y el polvo mismo, en nó-

dulos de forma irregular y tamaños variables, desde granos de mostaza al de un puño.

La operación se verifica en un horno rotatorio donde se les obliga a hacer un largo recorrido en constante movimiento, sometido a temperaturas elevadas que producen un estado de plasticidad que da por resultado la soldadura de unas partículas con otras hasta que los nódulos adquieren tamaños variables con las condiciones de la campaña y la naturaleza del mineral, pero que exento de polvo resulta un producto inapreciable para el horno alto, porque a las cualidades inherentes a la buena briqueta, o sean, un mineral seco, fácilmente reductible, poroso y con 8 ó 10 unidades más en ley de Fe., une un tamaño bastante menor y mayor porosidad, de manera que los gases pueden ejercer acción más por igual y rápida sobre toda la masa sometida al tratamiento.

El horno (figura 8.^a) está constituido por un gran tubo de chapa de hierro revestido interiormente de ladrillo refractario y ligeramente inclinado (6 por 100) para favorecer el descenso de la carga.

Tiene 50,80 metros de longitud, 3 de diámetro interior en la cámara de combustión y 2,70 en el resto del horno.

Está montado sobre cuatro juegos de rodillos asentados sobre sólidos soportes que le permiten girar sobre su eje mediante una gran corona dentada relacionada por engranajes y transmisiones con un motor eléctrico de 90 caballos.

La extremidad que queda más alta desemboca en una gran cámara de humos y de polvo de mineral unida a la chimenea de 60 metros de altura. El extremo más bajo enchufa con la boquilla fija que comunica con el enfriador y que va provista de una tolva en la base.

En la parte alta de la cámara de humos hay un gran ca-

nalón por donde se vierte el mineral en el extremo superior del tubo.

La calefacción del horno rotatorio se consigue por medio de una mezcla de aire y de polvo de carbón que se inyecta por la entrada más baja, provocándose la combustión al principio de cada campaña por medio de leña y carbón

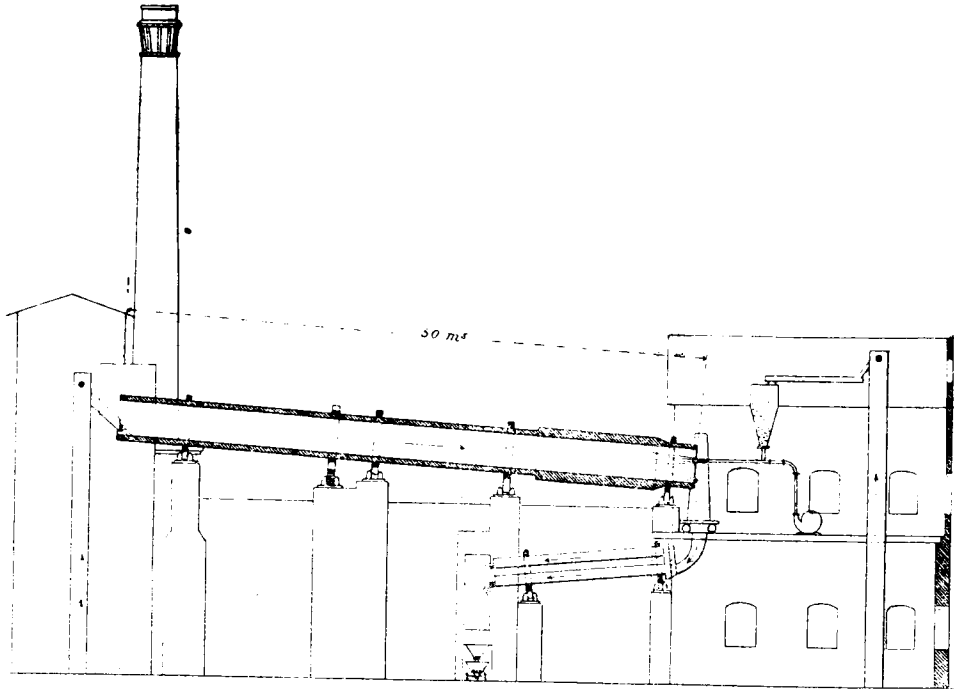


FIGURA 8.^a
 COMPAÑÍA MINERA DE SIERRA MENERA
 Fabricación de aglomerados de hierro en Sagunto (Valencia).
 Diseño de un horno para hacer nódulos.

grueso colocado en la parte delantera próxima al dardo del inyector.

La corriente de aire procedente de un ventilador arrastra el polvo de carbón que suministra un transportador de hélice que se regula para variar a voluntad la cantidad a que-

mar; lo mismo que mediante registros puede variarse el volumen de aire a inyectar.

La combustión del polvo de carbón se verifica en la parte delantera o más baja del horno, y sus productos recorren en toda su longitud hasta salir por la cámara de humos y de polvo de mineral de donde van a la chimenea.

El mineral sigue una marcha inversa; entra por el canalón y desciende lentamente dando vueltas haciendo un recorrido que es función de la longitud del tubo, de su inclinación y de la velocidad de rotación. En esta calefacción metódica va perdiendo el agua higroscópica y elevando su temperatura hasta alcanzar plasticidad, debido a un principio de fusión que permite aglomerarse y envolverse unos granos en otros, quedando casi todo al estado de óxido férrico en nódulos de distintos tamaños que realmente se forman en la parte central delantera o de máxima temperatura, para ser recibidos en la boquilla fija después de atravesar la zona más fría de la llama, pero tan calientes aún que no permitían su manipulación ni el transporte en las vagonetas que se deterioraban extraordinariamente a pesar de ir provistas de disposiciones especiales, lo que elevaba considerablemente el precio de fabricación.

Estos inconvenientes se han salvado con el *enfriador* que es un haz de cinco tubos de palastro, de 0,35 metros de diámetro cuatro de ellos y el quinto de 0,50, colocados en cascada con la misma inclinación del horno, arriostros entre sí y fijos a dos aros que se apoyan en cuatro rodillos, moviéndose el conjunto por el mismo motor del horno mediante una corona dentada.

Su parte superior comunica con la boquilla por donde salen los nódulos y la inferior desemboca en una tolva en la que se depositan ya fríos y relativamente clasificados por tamaños.

Una corriente de aire frío que suministra otro ventilador entra por la parte inferior del haz de tubos, lo atraviesa de un extremo a otro hasta la boquilla y desde ésta pasa al horno contribuyendo a la completa combustión del polvo de carbón. De este modo se consigue enfriar los nódulos y aprovechar parte de su calor.

Como la nodulación no se hace de una manera perfecta, siempre se produce una cantidad apreciable de nódulo finísima y aun de polvo que es arrastrado por la corriente de aire que en sentido ascendente circula por el enfriador, hasta que se deposita en la gran cámara llamada de polvo de nódulo con la que comunica la boquilla, donde sólo quedan aquéllos muy limpios. El polvo recogido puede mezclarse con el mineral destinado a nodulación o emplearse como excelente material en la fabricación de briquetas.

Para elevar el polvo del mineral a la boca superior del horno hay un elevador que salva una altura de 22 metros; se acciona el clasificador por un motor de 17 caballos; la inyección de polvo de carbón en la cámara se efectúa de igual modo que en los hornos de briquetas por medio de un ventilador accionado por una máquina de 17 caballos.

Anexo al horno grande se halla el taller de preparación del carbón que se gasta en él y en los de briquetas. Se compone de dos elevadores de carbón grueso y dos de pulverizado, accionados todos por un motor de 42 caballos y dos juegos de Kominore y molino que en dos operaciones sucesivas reducen el carbón a polvo impalpable; estos juegos de molinería están accionados por motores de 175 y 200 caballos respectivamente.

Además del horno grande hay otro que sólo tiene 18,30 metros, 1,80 de diámetro y 6 por 100 de inclinación y produce 55 toneladas de nódulos en veinticuatro horas. Por su

poca longitud y falta de recuperación del calor de los nódulos resulta poco económico pero de marcha segura.

La producción de nódulos ha sido la siguiente:

Años.	Toneladas métricas.
1910.....	6.401
1911.....	10.209
1912.....	32.672
1913.....	37.192
1914.....	48.779
1915.....	61.254
1916.....	48.641
TOTAL.....	245.148

* * *

En la Compañía Minera de Sierra Menera han encontrado ocupación diaria hasta unas 6.000 personas de las cuales la mitad próximamente trabajaban en las minas.

Se tropezó con el grave inconveniente de la escasez de obreros, principalmente en las épocas de intensas faenas agrícolas, porque el mayor contingente le proporcionan los pueblos inmediatos a las minas, y si es verdad que forma una sólida base de personal, también lo es que gran número abandonan esas tareas al hacerse la recolección de las cosechas donde ganan jornales más elevados en trabajos por los que sienten mayor inclinación.

No es fácil darse cuenta de las dificultades vencidas para poner las minas en la producción que hoy tienen, construir el ferrocarril, el puerto, etc.

La fabricación de briquetas y de nódulos en grande escala, apenas conocida en España, se ha llevado a tal grado de perfección que permite competir con la extranjera.

La Sierra Menera estaba casi inhabitada antes de explotarse las minas, contribuyendo a ello la aridez de un suelo accidentado formado de cuarcitas y pizarras, el clima poco hospitalario con temperaturas muy bajas que en invierno llegan hasta 15 grados bajo cero, y la falta de vías de comunicación.

Esos y otros obstáculos se han dominado a fuerza de inteligencia, de cuantiosos gastos y de energía admirable, de tal manera que aquellos lugares, cuyo suelo encerraba gran riqueza apenas conocida, son hoy centro de intensa vida industrial donde se han formado poblados con escuelas, hospitales, talleres, etc., y se dispone de los adelantos que ofrece la electricidad utilizándola como fuerza y luz.

El comercio y diversas industrias se han desarrollado al amparo de la minería, a la que esa región debe su bienestar actual y el porvenir que le está reservado con la fábrica siderúrgica que se ha empezado a montar en Sagunto. Por todo ello deberá eterna gratitud a D. Cosme Echevarrieta y a D. Ramón de la Sota, figuras más salientes, entre otras, que con tanto tesón y arriesgando fuertes capitales han luchado durante muchos años.

VICENTE KINDELAN.

Enero, 1917.

MINERALES DE HIERRO
EN LA
REGIÓN NO. DE LA PROVINCIA DE GUADALAJARA
POR
D. MANUEL RANZ

DESCRIPCIÓN GENERAL

En la descripción de los criaderos de hierro de la parte NO. de la provincia de Guadalajara, nos ocuparemos casi exclusivamente, por ser los únicos que ofrecen algún interés, de los que se presentan en la zona que en el *Bosquejo del Mapa Geológico de España* aparecen como de formación siluriana, incluyendo las brechas ferruginosas de los isleos cuaternarios que la recubren en parte.

La comarca tiene un suelo sumamente accidentado y fragoso constituido por abruptas y elevadas sierras, con profundos y angostos barrancos; conjunto que da al paisaje una tonalidad agreste y pintoresca con lugares que son de difícil acceso por los rápidos escarpes.

La naturaleza geológica del suelo, compuesto en su mayor parte de pizarras y cuarcitas, determina una gran pobreza agrícola, ya que ni las primeras originando terrenos de labor excesivamente tenaces, ni las cuarcitas que aparecen en muchos sitios formando desnudos riscales o estériles pedregales procedentes de su derrubio, son elementos muy aptos para la mayoría de los cultivos. Unéanse, también, la ausencia de todo material calizo y lo riguroso del clima para determinar como únicos elementos de vida, la reducida producción de cereales, centeno en su mayor parte, y como principal fuente de ingresos la ganadería, constituida casi toda por reses de los géneros lanar y cabrío. Hay abundancia de leña procedente de los montes que cubren algunas

extensiones de terrenos con frondosos pinares. Pero esas riquezas forestales suministran escasos recursos por la falta de medios de comunicación que hacen su transporte muy oneroso.

Por estas circunstancias, la mayoría de los pueblos viven en precaria situación económica y son bajos los jornales, lo cual constituye un factor favorable para toda empresa minera que siempre produciría gran beneficio a los habitantes.

En cambio existe otro factor, muy importante tratándose de minerales de hierro, que influiría desfavorablemente en los intentos mineros, y es el de los transportes, que pueden calificarse de pésimos, ya que toda la comarca tiene actualmente como única vía férrea para su servicio la de Madrid a Zaragoza, cuyas estaciones de Humanes, Espinosa, Jadraque, Baidés y Sigüenza, que son las más próximas a los lugares que ofrecen mayores indicios de riqueza mineral, están a distancias que oscilan entre 30 y 50 kilómetros. Las carreteras tampoco abundan, algunas sin concluir hace años, y hay regiones como la del NO. de Tamajón que carecen hasta de buenos caminos vecinales, sin más medios de comunicación entre los diversos pueblos que ásperos caminos de herradura. Todo ello explica por qué la casi totalidad de los estudios y labores mineras han tenido como finalidad exclusiva el disfrute de los minerales de oro y plata que se beneficiaban en lugares próximos al de su arranque.

Un dato favorable es el que los cursos de agua, por sus accidentadas trayectorias de rápidas pendientes, se prestan, aunque su caudal no sea abundante, a la utilización de la energía hidráulica, como ya se hizo en las fábricas de beneficio de plata y oro, La Constante y La Esperanza junto a los ríos Bornoba y Sorbe.

Mediante una acertada elección permitirían esas corrientes, además de suministrar la cantidad necesaria para el lavado de los minerales, obtener energía eléctrica que encontraría aplicación en los trabajos de explotación, preparación mecánica y beneficio de las menas, transportes, etc., en la hipótesis de que los estudios previos diesen un resultado favorable que hiciese pensar en el inmediato laboreo.

Hechas estas indicaciones, daremos principio con una ligera reseña de los principales elementos que constituyen la orografía e hidrografía de la región; seguirá la descripción geológica de la zona que en esta parte de la provincia ocupa el siluriano, citando los afloramientos e indicaciones de minerales de hierro de que hemos tenido noticias, cualquiera que sea su importancia como yacimientos industriales, nula o escasa en casi todas las ocasiones.

Hechas algunas observaciones sobre las distintas clases de minerales, y las hipótesis acerca de la génesis de los criaderos, finalizaremos nuestro trabajo con las consideraciones de carácter industrial que sea posible aventurar dada la carencia de investigaciones y de afloramientos bien definidos.

Forma aproximadamente el límite occidental de la zona a que se extendieron nuestras expediciones, el río Jarama que, naciendo en la vertiente oriental de la Sierra Cebollera, penetra en la formación siluriana por cerca de Colmenar de la Sierra y cruza dentro de ella los términos de Campillo, El Vado, Tamajón y Retiendas. Su afluente más importante, que a juicio de algunos debería recibir desde su origen el nombre del río al que se une, es el Jaramilla que aporta sus aguas al Jarama a poco de entrar éste en el siluriano dentro del término de Colmenar. Tiene su origen el Jaramilla en varios arroyuelos procedentes de las Sierras de Riaza.

Limitan la cuenca del Jarama por la parte del Oeste, la serie de cerros que forman una derivación hacia el Sur de la

Sierra Cebollera; siguen aproximadamente el conñin occidental de la provincia y sirven de divisoria a las aguas de este río y a las del Lozoya que corre por la de Madrid, al cual acaba por unirse no lejos de la línea que separa las dos provincias.

Por la parte oriental del Jarama, la llamada Sierra de Valverde, la cordillera del Ocejón y los cerros situados al Norte de Almiruete, determinan la divisoria entre él y el Sorbe.

Se origina éste de la unión de dos riachuelos, Sonsaz y de la Zarza que nacen en las vertientes de la Sierra de Ayllón situadas en la jurisdicción de Cantalojas dentro de la formación siluriana que atraviesa por los términos de Valverde, Umbralejo, Palancares, Almiruete y Muriel, penetran después en la cretácea y acaban por unirse al río Henares, del cual son también afluentes todos los demás cursos de agua que corren en el resto de esa zona. Entre cuarcitas y pizarras silurianas tiene un cauce en extremo quebrado y profundo, de abruptas laderas y escarpadas vertientes. La dirección media de su curso es de Norte a Sur, constituyendo la divisoria de sus aguas por el Este parte de las sierras de La Huerce y Valverde, junto con las de Umbralejos, La Nava de Jadraque, Santotís y La Iruela.

Por los términos de los dos últimos pueblecillos, así como por los de Fraguas, Robredarcas y Semillas se extienden una serie de macizos montañosos que hacen aquellos lugares bastante escabrosos.

El de mayor longitud es el situado en la parte Norte de esta zona siluriana, constituido por las sierras de La Huerce, Valdepinillos y del Alto Rey, por los cerros de La Miñosa, Narros y Robledo, y la llamada Peña de la Bodera.

Los ríos de más importancia son el Bornoba y el Cañamares. Nace el primero en la Fuente del Manadero, sita en término de Somolinos, en una de las vertientes de la mese-

ta cretácea que se extiende por dicho término; después de atravesar el terreno triásico de Albendiego, entra en la formación siluriana por la que corre primeramente en dirección media al SE., formando más tarde en término de Prádena un pequeño arco para desviarse al Sur; dirección con la que penetra en las cercanías de la fábrica La Constante por las rocas gneisicas del sistema estrato-cristalino entre las cuales tiene largo recorrido antes de atravesar el cretáceo que aparece en el término de Congosto. Sigue por el terciario hasta su unión con el Henares en la parte de Jadraque. Los barrancos por los que se desliza su curso dentro del terreno siluriano se abren entre una serie de cerros que son estribaciones septentrionales de la Sierra del Alto Rey, excepción hecha de los de la última parte del recorrido, constituidos los de Cañamares por terrenos pizarreños que siguen por Prádena hasta unos cinco kilómetros antes de la fábrica La Constante en que entra el río por una cañada abierta entre cuarcitas. Dos son sus afluentes importantes: el arroyo de Pelagallinas que se le une en término de Prádena y el río Zarzuela que lo hace entre el pueblo de este nombre y el de Hiendelaencina.

Tiene su origen el primero en la Sierra de Valdepinillos y a él se suman las aguas de un arroyo ocasionado por las fuentes que manan en la falda Norte del Alto Rey. El segundo procede de los diversos manantiales que brotan en término de Aldeanueva; atraviesa el siluriano hasta el término de El Ordal donde penetra en el gneis del estrato cristalino, formación geológica que sigue hasta su confluencia con el Bornoba.

Otro afluente de alguna importancia, el Riondo, se le une entre Alcorlo y Congosto.

Nace el río Cañamares en los términos de Miedes y Romanillos. Se ha abierto paso entre las areniscas y margas

del trias hasta los términos del Cañamares y La Miñosa donde atraviesa un asomo porfídico; sigue el siluriano en lo restante del terreno que recorre en el último término y en los de Narros y Robledo. En éste entra en el estrato cristalino, pasa por diversas formaciones geológicas para unirse al río Henares dentro de la terciaria.

Todo el conjunto de sierras nombradas, junto con la de Ayllón y Segovia, son ramificaciones de la cordillera Carpeto-Vetónica que parten de una especie de nudo constituido por el núcleo montañoso de El Cardoso y Peñalba de la Sierra. Las alturas mayores que corresponden al siluriano son: Pico Ocejón constituido por pizarras, 2.063 metros; Alto Rey formado por cuarcitas, 1.835, y Peña de La Bodería en la que aparecen pizarras y cuarcitas, 1.306 metros.

NOTAS GEOLÓGICAS

El extenso manchón siluriano que ocupa la mayor parte del ángulo NO. de la provincia de Guadalajara, tiene un perímetro de sinuosas líneas; descansa sobre rocas estrato-cristalinas y desaparece por bajo de sedimentos triásicos, cretáceos y cuaternarios.

Se ocultan las rocas silurianas debajo de la formación cretácea en todo el término de Cantalojas y parte del de Galve; se presentan, también, dentro de este último pueblo los estratos triásicos que dan lugar a un estrecho valle entre la meseta cretácea de Somolinos y las pizarras y cuarcitas silurianas ocultas por las areniscas del tramo inferior del trias en los términos de Los Condemios y Albendiego.

En la parte de este poblado se ensanchan considerablemente los materiales triásicos hasta alcanzar el límite septentrional de la provincia en los términos de Miedes, Romaniillos y Casillas, desapareciendo bajo la formación jurásica de la Sierra de Torremochuela en los de Paredes y Rienda. Nuevamente vuelven a presentarse cubriendo a los silurianos en Cañamares, Tordelloso, La Miñosa, Alpedroches, Atienza y Cincovillas. En los primeros asoma entre los sedimentos de esta época y los silurianos, y cerca del contacto de unos y otros, una roca hipogénica de estructura porfídica.

Sobrepuesto a la formación siluriana aparece dentro de los términos de Alcolea de las Peñas y Cercadillo, un grupo de estratos devonianos de no gran extensión que se oculta bajo el trias. Forma ese asomo el extremo más oriental de la cadena montañosa que comprende las sierras de La Huerce, Valdepinillos, Alto Rey y los cerros que se extienden en

la zona Sur de Atienza, constituyendo la ramificación que, en dirección media al Este, se desprende de la Carpeto-Vetónica a su entrada en esta provincia.

Formaciones geológicas muy diversas limitan por la parte meridional esta extensa mancha siluriana; mientras que en la jurisdicción de Cercadillo, Riofrío y algo de Cardeñosa desaparece el siluriano por bajo de los sedimentos cretáceos, en el resto del término del último pueblo y en los de La Boderá, Hiendelaencina, Gascuña, Bustares y Aldeanueva, le sirven de linde rocas estrato-cristalinas y aluviones cuaternarios, infrapuestas las primeras a las pizarras y cuarcitas silurianas, y cubriendo indistintamente los materiales cuaternarios a las de uno y otro sistema.

Dentro del término de Aldeanueva la línea límite del siluriano forma un ángulo casi recto con la dirección en que la venimos recorriendo y se dirige hacia el Sur por el Ordial, Arroyo de Fraguas, Nava de Jadraque, Las Cabezadas, Semillas y Robredarcas, siendo también las formaciones estrato-cristalina y cuaternaria las que la bordean por esta parte.

Finalmente, en la sinuosa línea con que termina por su parte más meridional, es casi exclusivamente el cretáceo el que directamente se le sobrepone.

Por el Oeste siguen las rocas silurianas desde Alpedrete hasta Colmenar de la Sierra donde entra el estrato-cristalino, en cuyo término y en los de Bocígano, Cabida y Peñalba forma su límite occidental.

De nuevo se ven desde un poco más al Sur del puerto de Riaza hasta cerca del de Grao.

Interrumpen la continuidad de esta extensa formación siluriana, diversos manchones cuaternarios, algunos de tan poca extensión que no han podido tener representación en el mapa.

Corresponden a esa época los de El Vado, Muriel, Almiruete, Palancares, La Nava, etc.

En esta parte de la provincia de Guadalajara, el terreno siluriano se compone, casi exclusivamente, de pizarras y cuarcitas que a causa de su desigual resistencia a la acción de los derrubios originan cerros redondeados los sedimentos arcillosos, como ocurre con casi todos los de pizarra; sierras de enhiestos picachos en aquellos en que la sílice domina, como en las cuarcitas y en algunas pizarras silíceas.

Las cuarcitas en su textura ofrecen grandes variaciones, desde las de grano casi imperceptible hasta las que marcan el tránsito a las areniscas. Análoga es la variedad en su colorido, pues las hay blancas, grises, amarillentas y rojizas por la intervención de los óxidos de hierro, existiendo las de colores oscuros tirando al gris azulado y al pardo negruzco. Hemos visto ejemplares fajeados con diversas coloraciones.

En algunos sitios donde hay cuarcitas, el suelo está cubierto por un banco diluvial de bastante espesor, compuesto de fragmentos angulosos de esa clase de roca, muchos de ellos con un barniz ferruginoso, procedentes de la acción destructora de los agentes atmosféricos y principalmente de las heladas.

En cuanto a la película ferruginosa, probablemente es debida a aguas ácidas que disolvieron y transportaron el hierro procedente de afloramientos próximos o de otras cuarcitas ferruginosas.

Las pizarras presentan también grandes variedades, tanto por su composición como por su colorido.

Las hay exclusivamente arcillosas y casi enteramente silíceas, con tránsitos de una a otra clase.

En las silíceas, sobre todo en la base de la formación, es frecuente la mica en tenues laminillas. En las arcillosas,

principalmente en la parte superior del sistema, se comprueba la adición de materia carbonosa que llega a dominar de tal modo que la convierte en una verdadera ampelita objeto de alguna tentativa de explotación en el llamado «Hocinillo» del término de Atienza. En el de Cantalojas y paraje Ermita de San Pedro, hay pizarras de color azulado y pardo rojizo con abundantes escamitas de otrelita.

Las hay con superficies de exfoliación lisas, filadiformes, y otras son onduladas más o menos rugosas. Algunas de las primeras se explotaron en término de Prádena para emplearlas como cubiertas y baldosines.

En su colorido dominan los tonos oscuros, principalmente el gris azulado, casi negro cuando aumenta la materia carbonosa. Abundan las variedades con tonos ocráceos, rojizos y amarillentos.

Forman parte de las rocas silurianas algunas areniscas en bancos de poco espesor y de no difícil disgregación; algunas de las que pueden llamarse areniscas, intercaladas entre las cuarcitas, parece sean debidas a un metamorfismo regresivo ejercido por la acción de las aguas ácidas ferruginosas que han disuelto y transportado parte del cemento cuarzoso.

El cuarzo se presenta como roca occidental del sistema, ya en filones más o menos inclinados y potentes que cortan los estratos, ya en vetas irregularmente ramificadas.

La existencia en esta formación siluriana del tramo inferior, *ordoviciense*, lo confirman los ejemplares de *cruzianas* encontrados en las cuarcitas de la base. El mayor número lo hemos recogido en la vertiente oriental de la Sierra del Ocejón (términos de Palancares y Valverde), en el camino que de Zarzuela de Galve conduce a La Huerce, en la vertiente septentrional de la Sierra del Alto Rey (término de Prádena), y los mejores, verdaderamente notables por lo



FOTOGRAFÍA I

Cruziana Prevosti, Roualt; *C. Goldfussi*, Roualt.
(El Calderón, término de Semillas).

completos y bien conservados, en el de Semillas, paraje conocido por el «Calderón». (Fotografía 1.)

Pertenecen a las especies *Cruziana Prevosti*, Rouault; *C. Goldfussi*, Rouault, y algunas impresiones de difícil determinación específica.

Infructuosas han sido nuestras investigaciones para encontrar en las pizarras otros restos fósiles que sirvieran para clasificar los restantes tramos.

El Sr. Palacios cita algunas impresiones de *graptolitos* en las pizarras ampelíticas de La Miñosa, entre los que pudo clasificar el *Monograptus priodon* y el *M. Nilsonii*. También el Sr. Prado encontró especies de este género en las pizarras del Puerto del Infante, límite de la provincia de Segovia.

Ahora bien, en la parte superior del manchón siluriano de Checa existen bancos de pizarras ampelíticas en los que las especies de *graptolitos* recogidos permiten afirmar como allí existente el piso superior del siluriano, siendo de notar la presencia en aquellos puntos de pizarras calíferas. Hacemos esta referencia, porque la analogía de caracteres petrográficos de aquellas pizarras ampelíticas con las de La Miñosa, la proximidad a éstas de las capas calíferas que aparecen en el camino de Atienza a Tordelloso, clasificadas por el Sr. Palacios como devonianas, y los citados *Monograptus*, son datos que hacen presumir exista también el *gotlandiense* en la región NO. de Guadalajara.

No sería difícil que estuviera representado el cambriano y que a él pertenecieran algunos bancos de cuarcitas situados a un nivel inferior a los que contienen las *cruzianas* y algunos filadios que difieren algo de las restantes pizarras consideradas como silurianas. Corrobora esta hipótesis el que el Sr. Belloc dice haber encontrado en La Nava de Jadraque fragmentos de rocas en las que creyó ver restos del género *Paradoxides*.

La disposición estratigráfica más corriente entre los diversos elementos del siluriano, por lo que se observa en las laderas y estribaciones de las Sierras del Alto Rey, es la siguiente: Potente masa de cuarcitas en la base con intercalaciones de pizarras que en algunos sitios miden espesores que pasan de 60 metros; sobrepuesto a este tramo, uno, también potentísimo, de pizarras arcillosas alternando con otras tegulares, viéndose en su parte inferior lechos de una pizarra satinada de color verdoso y superficie ondulada; luego viene otro tramo de cuarcitas mucho menos potente que el primero, y por último pizarras arcillosas y carbonosas que finalizan el sistema.

Los bancos de cuarcitas más inferiores, cuyos afloramientos destacan en las cumbres del Alto Rey, tienen una dirección media de NO. a SE. con buzamiento al NE. y se apoyan directamente sobre los estratos gneísicos cuya alineación aproximada es de Este a Oeste con fuerte inclinación al Norte.

El contacto entre el gneis y las rocas silurianas tienen lugar en la vertiente meridional de la Sierra, existiendo una extensa zona, comprendida entre Gascueña y Bustares, en la que ambas formaciones desaparecen bajo un gran manto de aluviones incoherentes. Por la parte septentrional, el curso del arroyo de Pelagallinas marca aproximadamente la divisoria entre las cuarcitas de la base y la potente masa de pizarras arcillosas que se les sobrepone formando elevados cerros hasta el término de Cañamares donde aparece la segunda masa de cuarcitas en el «Alto del cuento», cuya continuación se ve en los términos de La Miñosa, Narros, Atienza y La Boderá. A su vez, el macizo de pizarras intercalado entre los dos de cuarcitas se extiende en dirección SE., forma los cerros que se destacan sobre la fábrica de beneficio La Constante y los que a continuación se suceden por tér-

mino de Robledo, pasando entre los de Otero y del Castellar cuyas cimas coronan cuarcitas.

La mayoría de los numerosos barrancos que en distintas direcciones surcan los sedimentos silurianos, con preferencia las pizarras, tanto en esta Sierra como en las demás de la región, probablemente deben su origen a derrubios producidos por cursos torrenciales de aguas que, originándose en las partes más elevadas, fueron excavando sus cauces aprovechando todo lo que pudiera facilitárselo. Los accidentes topográficos originados por los trastornos geológicos, juntamente con la naturaleza de los materiales y las líneas de menor resistencia ofrecidas por fallas y contactos entre rocas de desigual resistencia al desgaste, fueron los jalones que marcaron la primera trayectoria a esas aguas; más tarde, intensificada su acción destructora por lo acentuado de las pendientes por las que se deslizaban y a causa de la gran actividad desarrollada durante la época cuaternaria, adquirieron esos barrancos la profundidad con que actualmente aparecen.

Una disposición análoga a la descrita para la Sierra del Alto Rey ofrecen los sedimentos silurianos en la del Ocejón, pues mientras que en su vertiente oriental o sea en la correspondiente a los términos de Valverde, Umbralejo y Palancares dominan las cuarcitas formando potentes tramos, la parte alta y toda la vertiente que, algo impropriamente, llamaremos occidental, está constituida por un extensísimo pizarral que ocupa casi todos los términos de Majaelayo, Campillo, El Vado y Tamajón. También entre las cuarcitas de la base existen bancos de pizarras verdosas satinadas análogas a las del Alto Rey. Los estratos se orientan en la del Ocejón con buzamientos occidentales e inclinaciones que si no son muy acentuadas en algunos bancos en otros llegan casi a la vertical.

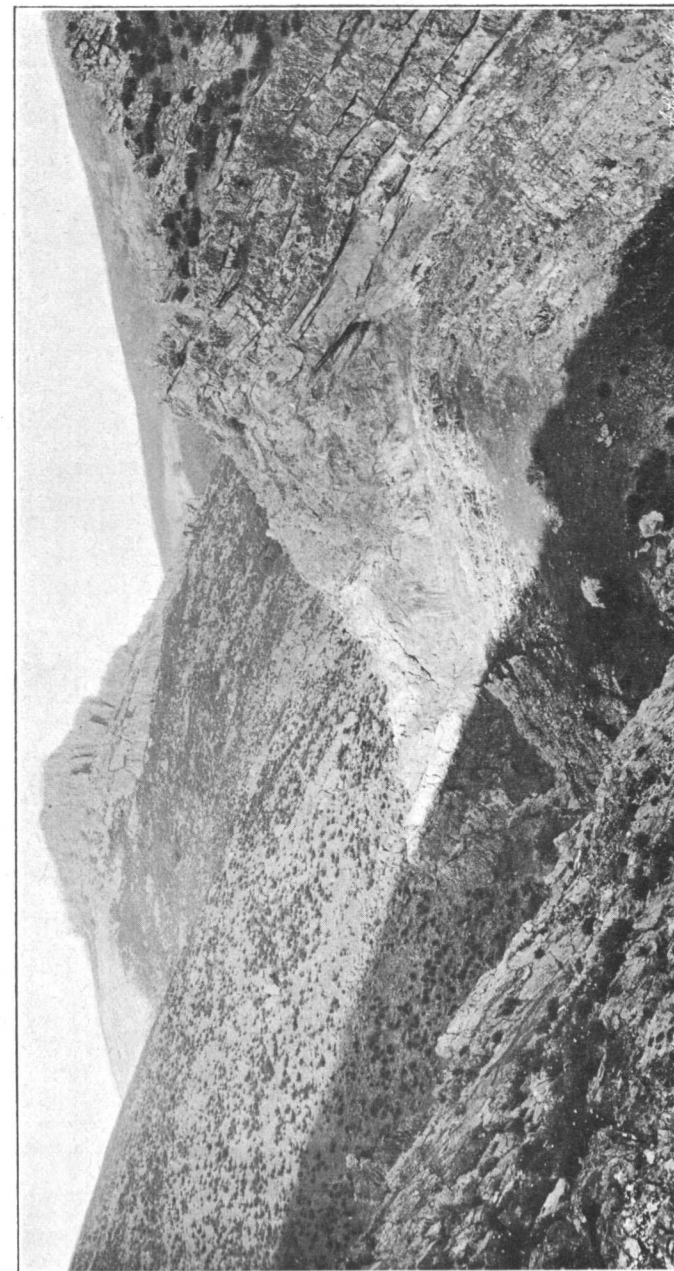
Obsérvanse fuertes plegaduras, como en la llamada «Peña del Corral» del término de Semillas donde en un corte natural del terreno se ve el ángulo que forman los bancos de cuarcitas (fotografía 2).

El haber hecho mención de dichas sierras obedece a que en ellas o en sus proximidades aparecen la mayor parte de las manifestaciones ferríferas, bien sean filones, impregnaciones o conglomerados.

Por la relación genética que con las formaciones filonianas suelen tener las rocas hipogénicas, es por lo que adquieren importancia los asomos de una roca de estructura porfiroide que se presentan en grandes masas agrietadas según planos verticales en muchas ocasiones, horizontales en otras, lo que les da aspecto estratiforme. Se intercalan entre los sedimentos silurianos y triásicos por Atienza, Tordelloso, Alpedroches, La Miñosa y Cañamares, en tres isleos independientes aunque bastante próximos. El más pequeño se halla en las cercanías de la carretera de Atienza a Sepúlveda poco antes de llegar a Tordelloso. Entre este pueblo y el de Alpedroches hay otro isleo de más importancia que el anterior que origina dos pequeños cerros alineados de Norte a Sur denominados Peñas Negras, siendo en este caso los materiales triásicos los que le rodean por completo. El mayor afloramiento hipogénico se extiende por el término de La Miñosa, sufre una pequeña ocultación para reaparecer en el de Cañamares donde es cruzado por el río de este nombre y llega hasta las proximidades del de Miedes. (Lámina I.)

Un dato que debe tenerse en cuenta para las deducciones que más tarde haremos es, que las areniscas triásicas de las proximidades de Peñas Negras se encuentran levantadas como si en ello hubiera influido la erupción porfídica.

El color dominante en estas rocas es pardo verdoso; ver-



FOTOGRAFÍA 2
Pliegue de cuarcitas silurianas (Peña del Corral, término de Semillas).

de obscuro en los cortes recientes y bastante más claro o rosáceo en las zonas alteradas.

Deben el color verde al gran número de cristales de clorita empotrados en la masa felsítica que constituye la pasta en la que se destacan otros bien definidos de feldespato ortosa. Son muy perceptibles numerosas hojuelas de mica negra y algunos granates de color vinoso.

De ellas se hicieron tres preparaciones para el microscopio que fueron estudiadas por el Sr. Orueta, cuyas observaciones vamos a trasladar, haciendo previamente la advertencia que los ejemplares proceden de la parte más superficial de los afloramientos y que, por tanto, han estado sometidos durante mucho tiempo a la influencia de los agentes externos.

Se descubren grandes cristales de ortosa, profundamente epigenizados, conservando, no obstante, sus caras cristalinas y presentando con frecuencia la macla de Carlsbad. Algunos poseen estructura zonar.

En la primera fase de epigenización de los cristales de ortosa aparecen: un producto serpentinoso, transparente, incoloro y amorfo que se presenta con más frecuencia en los bordes de las caras cristalinas; clorita de color verde claro en escamas redondeadas formadas por filas radiales a modo de esferolitos.

También hay en uno de los cristales totalmente epigenizados en clorita y de forma bien acabada, venillas de serpentina de color pardo rojizo.

En otros se manifiesta una segunda fase de epigenización que debe corresponder a un estado más avanzado de metamorfismo puesto que la clorita y la serpentina se han transformado en limonita casi por completo. La roca en este caso está formada por un magma obscuro, de dudosa determinación por estar muy descompuesto, que envuelve grandes

trozos negros de limonita, conservando muchos las formas cristalinas de la ortosa que han epigenizado.

Donde el magma permite ser observado aparece una pasta amorfa de serpentina, caolín y óxido de hierro, con pequeños granos angulosos de cuarzo de contornos irregulares y microlitos de ortosa.

En una de las muestras se asocian a los grandes cristales de este feldespato, otros de biotita bien conservados en su mayoría, pero algunos están transformados parcial o totalmente en muscovita.

Hemos visto asomos de una roca hipogénica análoga a la de Cañamares en las inmediaciones del poblado de Prádena a uno y otro lado del pequeño puente de madera tendido sobre el arroyo de Pelagallinas. El situado en la ladera derecha puede seguirse en bastantes metros, aflorando también en el camino que conduce a Aldeanueva.

MAPA GEOLÓGICO

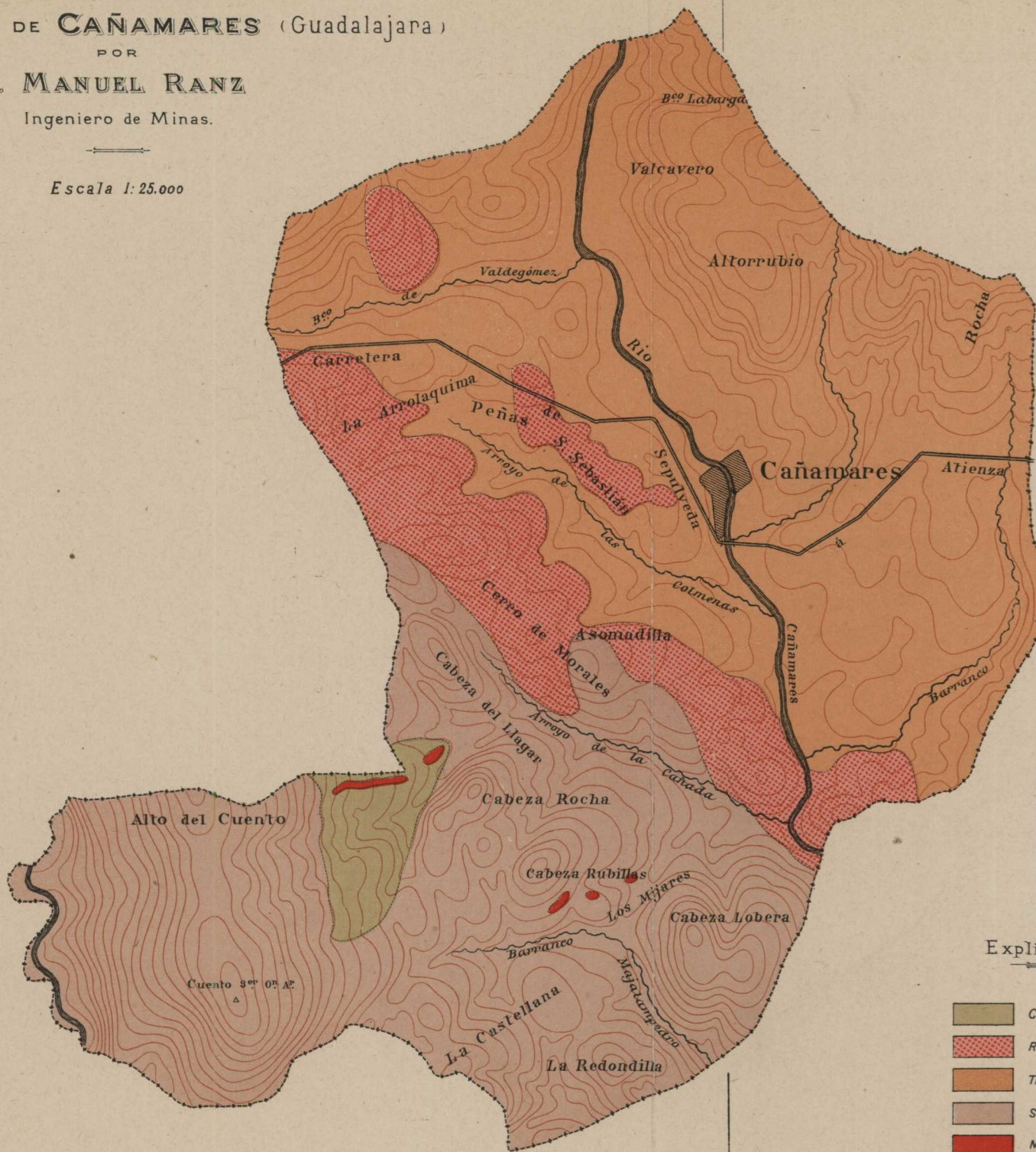
DEL TÉRMINO DE CAÑAMARES (Guadalajara)

POR

D. MANUEL RANZ

Ingeniero de Minas.

Escala 1:25.000



Explicación

-  Cuaternario
-  Roca hipogénica
-  Triásico
-  Siluriano
-  Minerales de hierro

ALGUNOS LUGARES DONDE APARECEN MINERALES DE HIERRO

(A) Rellenando grietas y fisuras entre rocas silurianas.

Llama la atención a quien por primera vez recorre esta comarca, el gran número de escoriales que a su paso encuentra. Los de Arroyo de Fraguas, Prádena y El Ordial, prueban cómo allí debieron fundirse cantidades considerables de minerales aprovechando la abundancia de leña que en los montes había. No se conserva tradición de la época en que esas herrerías trabajaron y sorprende ver que sus emplazamientos estaban donde hoy no existen caudales notables de agua. Parecía natural que en sus proximidades se hallaran minados más o menos extensos en criaderos de relativa importancia.

Nada de eso ocurre, las únicas labores mineras quedan reducidas a muy superficiales calicatas de poca extensión, y los yacimientos con minerales de hierro son tan pobres y en tan corta cantidad que no deben ser citados como tales yacimientos.

Hay que suponer que la mayoría de las escorias son del beneficio de minerales ricos de otros yacimientos de la provincia, probablemente de Sierra Menera, que transportaban en caballerías cuando las faenas agrícolas lo permitían, y que sólo una pequeña porción proceden de las minas próximas donde las hematites rellenan grietas y oquedades de reducidos volúmenes abiertas entre las pizarras silurianas; forman parte de los conglomerados ferruginosos del período cuaternario o como la montera oxidada y la ganga de criaderos sulfurados complejos.

En conjunto, la zona ferrífera es en extremo pobre, y

bajo este aspecto poco puede esperarse mientras subsistan los actuales procedimientos siderúrgicos. Los yacimientos de plata y oro quizás le ofrezcan porvenir más halagüeño.

Daremos principio a la relación de los parajes en que hemos visto minerales de hierro, cualquiera que sea su cantidad y calidad, por los situados en el ángulo NO. de la región siluriana, o sea los que corresponden al término de Cantalojas.

Las rocas forman elevados cerros que unos pueden considerarse como estribaciones de la Sierra de Ayllón y otros de las de Valverde y Ocejón. Surcan el suelo muchos y profundos barrancos por los que corren arroyos que dan origen a los ríos Sonsaz y de la Zarza que uniéndose entre el pueblo de este nombre y el de Valverde forman el Sorbe.

Esta comarca es la más escabrosa de la zona montañosa NO. de la provincia de Guadalajara, habiendo sitios que son casi inaccesibles.

Son abundantes los filones de cuarzo que cortan los estratos, cuyos afloramientos han sido puestos aún más de relieve por los cursos de agua que los atraviesan. La mayoría parecen ser estériles, pero otros contienen indicaciones de piritita de hierro. Se han practicado labores mineras poco profundas sin que el éxito las haya acompañado. Los que afloran en las «Chozuelas» cerca del camino de Majaelayo, «Callejuela del Río», «Mojón Blanco» y algunos del río Sonsaz están arrumbados de NO. a SE.; los de «La Mina de la Fuente», «Cueva de la Plata» y otros se dirigen de Norte a Sur. El sentido del buzamiento, en aquellos donde puede observarse, es al Oeste, variando la inclinación entre límites extensos. Los bancos de pizarras en «Las Chozuelas» se dirigen de Norte a Sur buzando al Oeste.

En la parte occidental de la Sierra del Ocejón, donde tienen asiento los poblados de Majaelayo, Campillo de Ra-

nas y el Vado, son escasas las señales de minerales de hierro. Encuéntranse algunas labores de pequeña importancia, en su mayoría cegadas o inundadas, que probablemente fueron hechas, como casi todas las de la comarca, en busca de minerales argentíferos.

Los caracteres de algunos afloramientos y las muestras recogidas en las escombreras, enseñan que los filones de Tainas Bajas, Garganta del Ocejón y Solana de las Hocedillas son sulfurados, dominando la piritita de hierro y ganga de cuarzo. En la parte oriental de la misma Sierra, ya próximo a la cumbre y en los parajes que denominan «Majada del Águila» y «Peña Mala» del término de Valverde, entre cuarcitas dirigidas de Norte a Sur con fuerte inclinación, arman filones que contienen vetas de hematites parda, completando el relleno cuarcita, arenisca y cuarzo. Éste se presenta también en vetas bien definidas constituidas por agrupaciones de pequeños cristales prismáticos de cuarzo hialino con apuntamientos piramidales. A juzgar por su escasa metalización no ofrecen ningún porvenir como menas de hierro. Sólo en el caso de que por cualquier motivo se sospechara que en profundidad contuviesen otros minerales de más valor, pudiera intentarse su investigación, pero esta observación no pasa de una simple conjetura. Las únicas tentativas fueron hechas, por cierto sin ningún éxito, en Fragüela, jurisdicción de Valverde, buscando plomo argentífero.

En el término de Palancares, en los lugares llamados «La Añada», «Casa Lafuente» y «Cabeza del Ronco» hay cuarcitas muy teñidas por el óxido férrico entre las que se intercalan vetas de hematites parda muy pura, aunque el conjunto de la masa tiene muy baja ley de hierro.

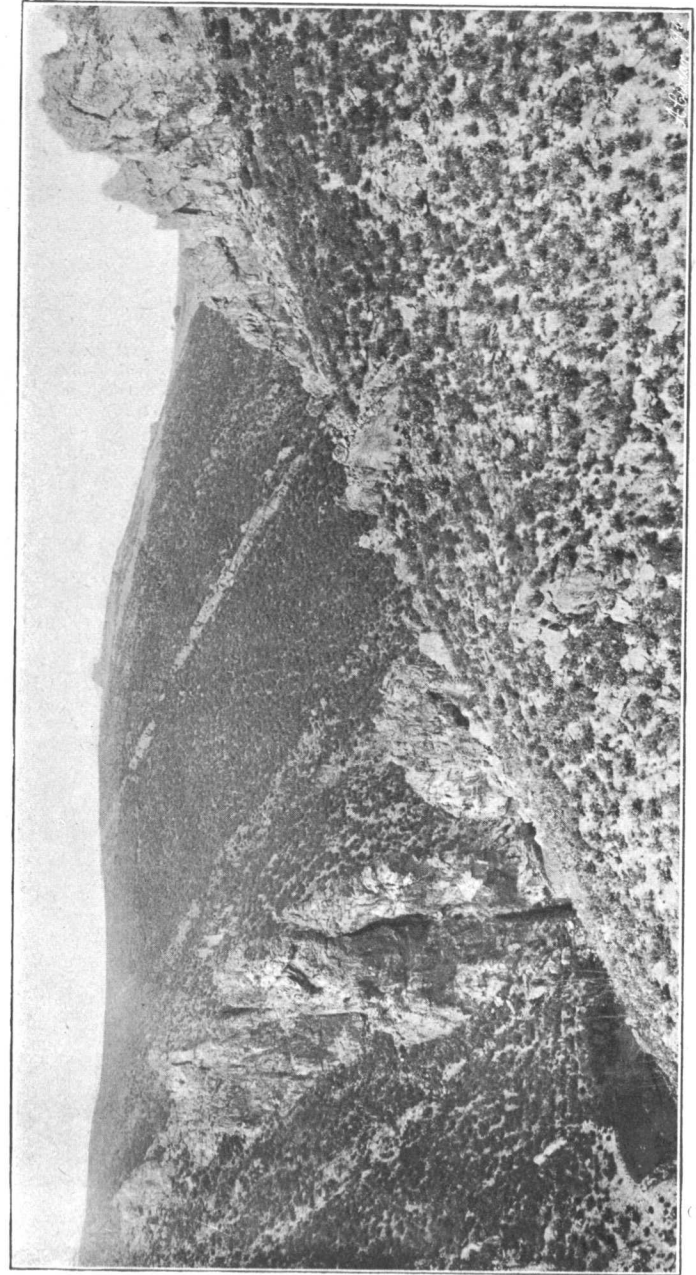
El mismo mineral se encuentra en el relleno de los filones cuarzo-auríferos, siendo el que más se ha trabajado el

de la llamada «La Mina», pero en todas las investigaciones ha sido el oro el principal objetivo.

Junto al pueblo de Almiruete se encuentra la «Mata del hierro» que sin duda debe su nombre a los bloques y fragmentos sueltos de cuarcitas fuertemente enrojecidas procedentes de los derrubios de un importante crestón cuya potencia llega hasta 5 metros.

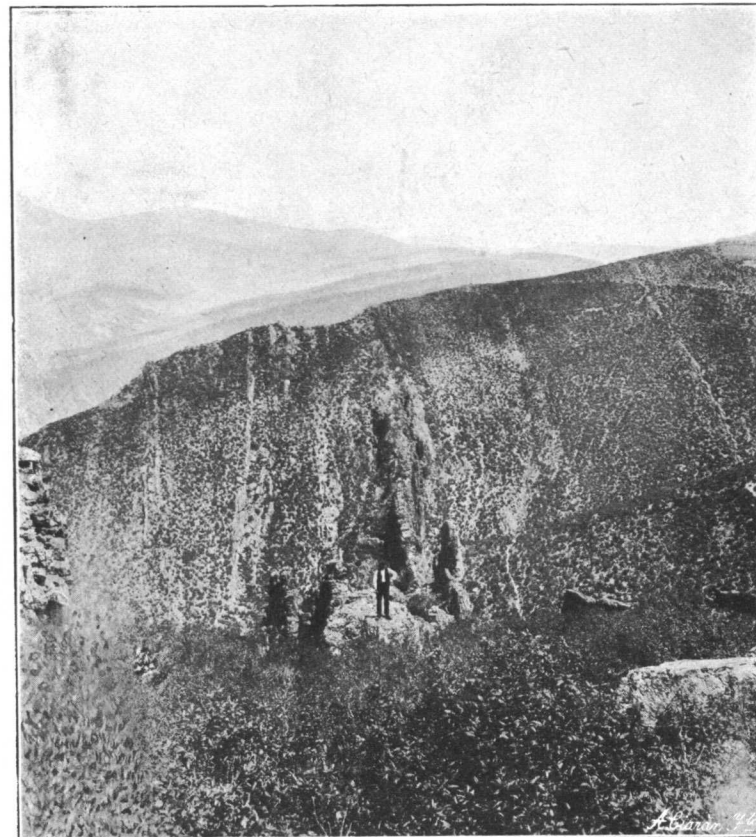
Lindando con el término de Almiruete hay un pequeño poblado anexo al de Semillas que tiene por nombre La Iruela. Próximo a las casas comienza un angosto y pendiente barranco en el que llama la atención un alto y estrecho crestón que le corta normalmente presentando el aspecto de imponentes murallas. Está compuesto de cuarcitas con intercalaciones de cuarzo y óxidos de hierro que también las mancha. Las fotografías 3 y 4, tomada la primera según su dirección Norte 17° Oeste y la segunda normal a ésta, dan idea de cómo la acción de los derrubios intensos que abrieron el barranco han respetado esa zona de cuarcitas más que las adyacentes, como si el cuarzo y el mineral de hierro hubieran obrado cual potente cemento que ofreció mayor resistencia a la acción demoledora del agua. El crestónaje puede seguirse bien definido en unos 800 metros con tendido casi vertical hacia el Este. De una labor que se abrió en el lugar que dicen «Covacho de los Moros» se extrajo mena para emplearla como pintura, lo que indica que existió alguna oquedad con relleno de arcilla ferruginosa.

En los terrenos próximos al cementerio de La Iruela, en la alineación citada, se recogen con abundancia trozos sueltos de hematites roja compacta de color gris acerado, sin que haya dato alguno que permita sospechar si tienen o no relación con los minerales del crestónaje. Lo mismo ocurre con los que se encuentran más al Norte, también en trozos sueltos, en la «Covacha Grande» y en «La Cenizosa».



FOTOGRAFÍA 3

Afloramiento de un filón de cuarcitas con intercalaciones de cuarzo y óxido de hierro (La Iruela, término de Almiruete).



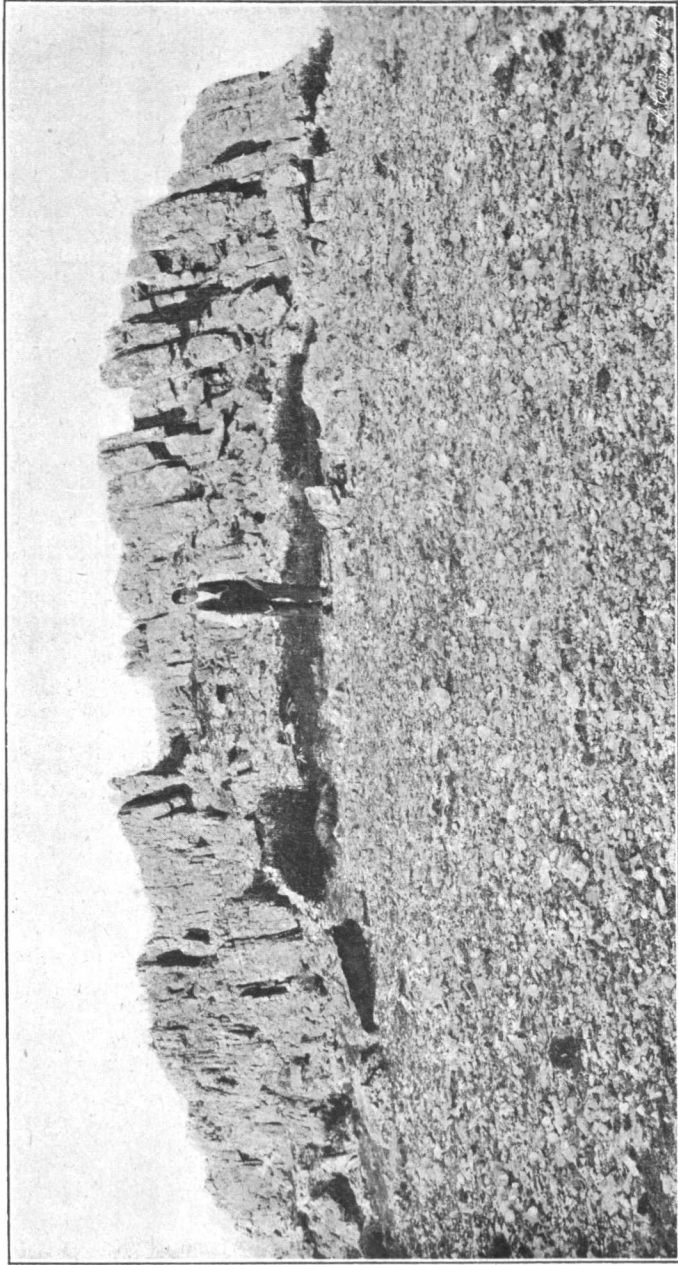
FOTOGRAFÍA 4

Filón de cuarcitas con intercalaciones de cuarzo y óxido de hierro.
(La Iruela, término de Almiruete).



FOTOGRAFÍA 5

Macizo de pizarras silíceas mineralizadas (El Peñueco, próximo al poblado de Fraguas).



FOTOGRAFÍA 6

Crestones de cuarcitas derrubadas con numerosas diaclasas (Sierra Gorda).

En la parte baja del mismo barranco de La Iruela, entre pizarras silíceas de color azulado aflora un filón de un metro de potencia que aproximadamente lleva la misma dirección que el anterior crestonaje pero con buzamiento al Oeste. Se han practicado labores en los dos lados del río Sorbe que atraviesa; en una está al descubierto sin mineralizar con relleno cuarzoso, pero en otras terreras hay pirita. Según nuestros informes, la mineralización, donde la hubo, era compleja y se trataba de descubrir minerales de plata.

Dada la proximidad y paralelismo de los dos afloramientos cabe admitir la posibilidad de que las grietas que los han producido tengan el mismo origen y ofrezcan grandes analogías en sus rellenos. En tal supuesto, los minerales oxidados del afloramiento de cuarcitas no serían sino la montera oxidada producida por reacciones secundarias que han transformado la pirita.

En la ladera de la Sierra Gorda inmediata al pueblo de Fraguas está «El Peñueco» con un gran afloramiento de pizarras silíceas sumamente mineralizadas por el hidrato de hierro que unas veces las impregna y otras rellena grietas originando vetas bastante puras (fotografía 5).

Aunque el contenido medio en Fe. es muy pequeño, ha ocasionado registros mineros. Tiene unos 300 metros de corrida de Este 7° Norte a Oeste 7° Sur con anchuras variables desde 6 a 50 metros.

En los niveles superiores de esa Sierra dominan las cuarcitas muy derrubidas con numerosas diaclasas, como se ve en la fotografía 6. Entre los cantos rodados recogimos uno que contiene restos de una *cruziana* que permite referirlas al *ordoviciense*.

Finalmente, en los términos de Jocar, Muriel y Las Cabezadas, aparecen, entre pizarras silurianas, vetas de pirita

de hierro que tienen hasta 15 centímetros de espesor que también se halla en los aluviones del río Sorbe.

Pasando de la zona meridional de la formación siluriana a la más oriental, se observa que en ella está encerrada la Sierra del Alto Rey y la serie de cerros que, extendiéndose por El Ordial, Aldeanueva, Albendiego, Cañamares, La Miñosa, Prádena, Robledo, La Bodería y Pálmaces, pueden considerarse como estribaciones y prolongación de aquella, formando su conjunto, con las de La Huerce y Valdepiniellos, una ramificación de la Carpeto-Vetónica.

Abundan las manifestaciones filonianas en este macizo montañoso, y aunque de escasa o ninguna importancia industrial, citaremos algunas de las más conocidas.

Asoma un filón de unos 5 metros de espesor, en partes con hematites parda, en lo alto de la ladera del cerro del Castellar que mira al río de Cañamares, término de Robledo. En este pueblo hay otras indicaciones con relleno de cuarzo y alguna pirita de hierro entre otros minerales.

Alineados de N. NO. a S. SE. hay afloramientos con hematites parda donde llaman Valdefuentes del término de Gascuña; «Llano Rejas» y «La Canaleja del Prádena». Si correspondieran a un solo filón tendría una corrida de unos 3 kilómetros, pero nada puede afirmarse por la ausencia de otros crestones intermedios.

En el de Valdefuentes hay abiertas dos extensas excavaciones superficiales; trabajos que se hicieron en «Llano Rejas» alcanzaron mayor profundidad, pero hoy están hundidos y los de «La Canaleja» son pequeños y muy superficiales.

Se trata de una serie de vetas que forman parte de un potente filón que arma entre las cuarcitas.

Por los informes facilitados por personas de la localidad, sabemos que se obtuvo alguna utilidad a pesar de hacerse un laboreo irregular, y que alguna de las vetas tenía 40 cen-

tímetros de hematites roja. Entre los ejemplares que se recogen en la escombrera de «Llano Rejas» las hay que contienen 60 por 100 de Fe. metálico. El mineral rico lo transportaban en caballerías para venderlo en las fábricas de beneficio de menas argentíferas.

Un hecho constante en todos los afloramientos es la transformación en arenisca de la mayor parte de los fragmentos de cuarcitas que procedentes de la caja del filón han contribuido a su relleno.

En la misma ladera de la Sierra del Alto Rey, el arroyo Pelagallinas marca aproximadamente la divisoria entre la potente masa de cuarcitas de la base del sistema y la también muy considerable de pizarras que se le sobrepone, en las que domina el color azulado, la textura laminar y la naturaleza arcillosa. Forman esas pizarras un elevado cerro en cuya vertiente meridional se asienta el pueblo de Prádena y en la opuesta están los lugares conocidos por «Osarejo», «Hoya de los Vivares» y «El Aguijuelo», donde se ven pequeñas manifestaciones de minerales ferruginosos puestas en evidencia en el primer sitio por varias calicatas muy superficiales y en el segundo por los fragmentos sueltos que el arado descubre en los campos que se cultivan.

En el término de Aldeanueva en Las Matas; «Camino Real» y «Fuente de Arriba» del Ordial; «Majadas Vieja» y «Chorrera de la Sierra» de Santo Domingo, y en Albendiego hay filoncillos de los que se han sacado pequeñas cantidades de hematites parda que llevaron a la herrería de Somolinos.

Las indicaciones análogas de los términos de Miedes, Cañamares, La Miñosa, Tordelloso y Atienza sólo tienen el interés que les presta su situación en las proximidades de los afloramientos de las rocas hipogénicas.

Otra clase de criaderos de hierro entre rocas silurianas,

diferentes en el modo de presentarse de los que hemos descrito, son las brechas constituídas por fragmentos angulosos de pizarras, desprendidos al desgarrarse los estratos y por la acción de los agentes externos, cimentados por el óxido hidratado de hierro. Rellenan las fracturas producidas en las capas pizarrosas por las violentas presiones a que estuvieron sometidas al levantarse.

En conjunto tienen mineralización irregular muy pobre y siliciosa, sin que dejen de hallarse bolsadas de reducidas dimensiones de hematites parda del 40 al 50 por 100 de Fe. que también se encuentra en delgadas vetas intercaladas entre los lechos de pizarras.

Los mayores afloramientos de esa índole aparecen en los términos de Cañamares y Miedes. Hace unos sesenta y cinco años se practicaron las primeras investigaciones y desde esa época no sabemos se hayan hecho otras.

Los minerales ricos que en corta cantidad han producido se fundieron en Somolinos.

Los parajes más conocidos donde se ven someros reconocimientos son: Matilla de Miedes, en la jurisdicción de este pueblo; Cabeza Bubilla, Barranco de los Mijares, El Quemado y Valgrande, del término de Cañamares; El Hocinillo de Atienza y La Matilla del de Tordelloso.

Todas están en pizarras cuyos estratos se encuentran muy trastornados con frecuentes variaciones en su tendido y dirección que dan origen a pliegues incompletos a causa de la denudación. Uno de los más marcados se ve en el cerro del Cabezo Lobera donde los bancos buzcan en sentido opuesto en las dos laderas del barranco formando un anticlinal dismantelado.

Algo análogo ocurre en la ladera NO. del barranco de Valdehierro pues las pizarras silíceas que alternan con otras

arcillosas buzcan 60° al Este, mientras que en el cerro próximo de Cabeza Rocha se inclinan 25° al SE.

(B) Brechas ferruginosas de la época cuaternaria.

Los materiales del estrato-cristalino y los silurianos se hallan, en muchos lugares, cubiertos por depósitos incoherentes de cantos de cuarcita, cuarzo y más raros de pizarras, de tamaños muy variables pues llegan hasta 25 centímetros de longitud, procedentes de derrubios de las inmediatas sierras paleozóicas.

Unos son redondeados, pero la mayoría conservan sus aristas vivas o poco desgastadas demostrando que esos depósitos son eluviales. Corrobora esta opinión el hecho de contener oro allí donde existen filones auríferos como en La Nava de Jadraque.

Ocurre que los cantos sueltos han sido trabados por un cemento silíceo-ferruginoso que por su abundancia eleva el contenido en Fe. de la roca hasta el 20 por 100. Pero esto es lo accidental; de ordinario son muy pobres porque lo voluminoso de los elementos clásticos hacen que el cemento ferruginoso entre en proporción muy reducida en su constitución.

El espesor de esas brechas varía mucho pues hay sitios donde sólo tienen unos centímetros mientras que en otros, como en la parte oriental de la «Loma de las Covachas», alcanzan hasta 40 metros.

Se presentan en manchas aisladas que ocupan pequeñas superficies comparadas con el desarrollo que tiene el conjunto de la formación cuaternaria, debido, tal vez, a que han sido parcialmente arrastrados por las aguas torrenciales o a que únicamente se formaron en sitios que reunían condiciones favorables para que las aguas ferruginosas pudieran cementar, por su más largo contacto, los elementos sueltos.

Común a todas es su fácil desagregación lo que es causa de grandes oquedades que en el país llaman Covachas. La fotografía 7 es de una sita en el término de Semillas.

Desde las cercanías de Veguillas por el Sur, hasta La Nava por el Norte, se extiende la gran mancha cuaternaria que ocupa por su lado occidental parte de los términos de Fraguas, Robredarcas, Semillas, Las Cabezadas y La Nava, ensanchándose hacia el Este en la jurisdicción de Zarzuela donde asoman las rocas gneísicas que aquélla oculta. Citarémos tan sólo algunos de los parajes donde hay lastrones de brechas ferruginosas que volvemos a repetir no tienen importancia en la actualidad como menas.

Con pequeño espesor aparecen en «Las Covachas» del término de Veguillas y en «Peñas Reñas» en la linde con el de Fraguas.

En las de Robredarcas son más abundantes los trozos de pizarras y su espesor a la salida del pueblo pasa de 20 metros.

Vienen en parte sobrepuestas a los bancos de cuarcitas y pizarras en la Fuente de la Canal, arrumbadas de

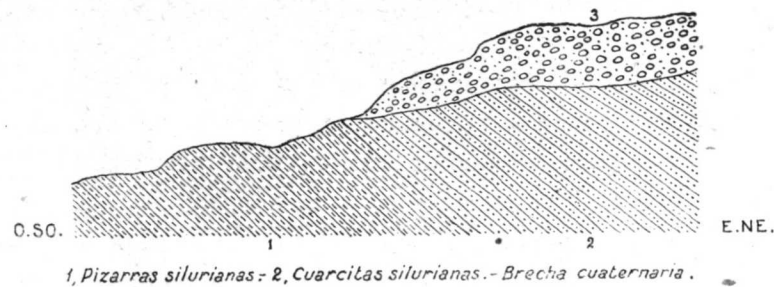
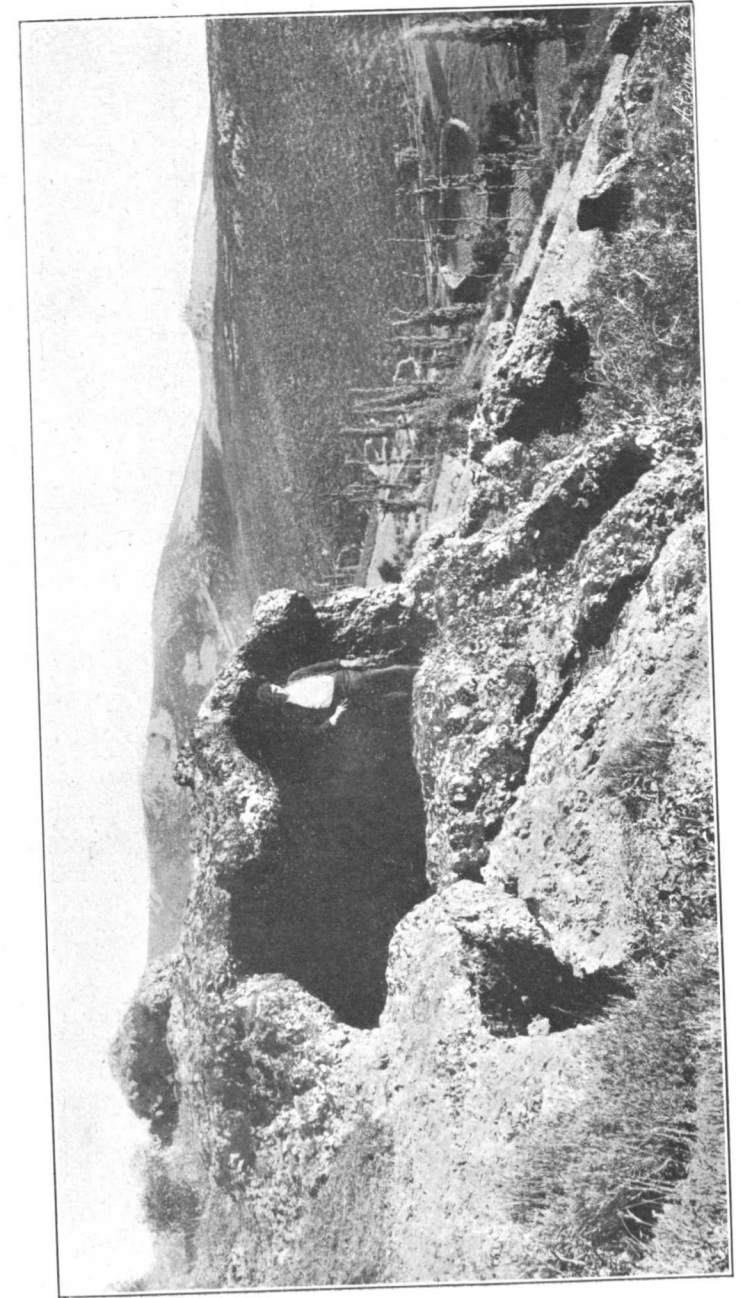


FIGURA 1.^a
Robredarcas. (Fuente de la Canal).

Norte 37° Oeste a Sur 37° Este con tendido occidental (figura 1.^a).

En esta parte de Robredarcas el manchón cuaternario



FOTOGRAFÍA 7
Las Covachas, término de Semillas.

que en el *Bosquejo del Mapa Geológico de España* figura con una superficie continua, presenta frecuentes interrupciones debidas a los barrancos que descubren las rocas infrayacentes, así como también es probable que hayan desaparecido por denudación los sedimentos más modernos en lo alto de algunos cerros. Igual sucede en los términos de Semillas y La Nava donde hay soluciones de continuidad con asomos de rocas silurianas.

Tienen mayor extensión superficial los conglomerados ferríferos en el término de Semillas; se extienden hasta el paraje llamado «El Barrio» y ocupan toda la zona denominada «Las Covachas» y «Covachuelas» con bastante espesor pues se muestran en lo alto de aquéllas y en el barranco.

Dentro de la jurisdicción de La Nava los conglomerados coronan a potentes bancos de cuarcitas. Pueden verse en «El Hocinillo» y en la Solana de Matallana, continúan por las «Covachas de la Umbría» y parte de la «Dehesa» hasta el término de Umbralejos.

Según análisis practicados en la época de la explotación de los filones de la Nava de Jadraque, también son auríferos estos conglomerados, debiendo advertir que el relleno de aquéllos se presenta como careado y con oquedades rellenas de óxido férrico, y precisamente en ellas son más frecuentes las chispitas y laminillas de oro.

Brechas ferríferas idénticas las hay en la mancha cuaternaria de los términos de Cañamares, Prádena y Miedes dominando los trozos de cuarcita. Entre otros lugares están en «La Cabaña» y «El Horcajo», próximos al camino que desde Miedes conduce a Prádena. Siguen en este término en «Las Parrancanas» y «El Hortizuelo»; en «La Umbría del Rega-char», «Los Mangaruchos», «Valdepinilla», ladera Norte del arroyo del Castillejo y en «La Carrera», parajes todos de la jurisdicción de La Miñosa.

Se presentan en lastrones de superficies muy reducidas con espesores variables desde 1 a 20 metros. Únicamente ofrecen alguna continuidad los de «Las Parrancanas» que se extienden algo por el término de La Miñosa.

Análogas son las que se ven cerca del camino que une los poblados de Hiendelaencina y Atienza en el término de Narros, pero son aún de menores dimensiones.

DIVERSAS CLASES DE MINERALES

En el estado actual del mercado y de la industria siderúrgica, y probablemente durante largo período de tiempo, las brechas cuaternarias no podrán considerarse como menas de hierro debido a su poca ley, pues el hidrato férrico está mezclado con granos de sílice y con la arcilla que forman el cemento que traba los cantos de cuarcita, pizarra y cuarzo, generalmente bastante voluminosos en relación con la pasta que los une. Lo más frecuente es que la materia ferrífera aparezca en delgadas cutículas que los envuelve y que ya pobre a causa de las otras substancias que contiene, no sea sino una fracción pequeña del volumen total de la brecha.

Consecuencia natural es que influya extraordinariamente en la riqueza media el tamaño muy variable de los elementos que la constituyen, pues en los de cuarcita, que son los que dominan, los hay casi imperceptibles que pueden considerarse como formando parte del cemento, hasta los que exceden de un pie cúbico, en cuyo caso dan origen a masas ferruginosas muy pobres. Cuando disminuye el grosor de los elementos clásticos o han desaparecido en gran parte, ofrecen las brechas mayor riqueza y llegan hasta el 20 por 100 de Fe. metálico, pero esto es lo excepcional y si ocurre es en corto número de lugares.

Los filones de pirita de hierro, tal como se presentan a nuestra vista, tampoco deben clasificarse como yacimientos explotables. Si con labores de investigación se demostrase su importancia, entonces podrían obtenerse menas de hierro como subproductos de su aprovechamiento industrial y en tal concepto los citamos.

Las brechas pizarreñas de Cañamares, Miedes, Torde-

lloso y Atienza, tampoco tienen en conjunto riqueza suficiente que permita su aprovechamiento, pues aunque ciertos ensayos dieron leyes comprendidas entre 42 y 52 por 100 de Fe. metálico, debieron practicarse con muestras escogidas que no representaban la ley media del criadero que a simple vista es muy inferior.

Las cuarcitas más o menos ferruginosas o con intercalaciones de vetas de hematites parda apenas si merecen nombrarse. Aunque se presentan en grandes masas que ocupan mucha extensión superficial, su contenido medio en Fe. es muy pequeño.

Grietas de pequeño espesor y bolsadas de reducidos volúmenes rellenas de hematites de bastante ley, se encuentran en todas las formaciones que hemos descrito.

Análisis en el Laboratorio de la Escuela de Minas con muestras escogidas que hemos recogido han dado:

Parajes.	Términos.	POR 100					
		Fe.	Si O ₂	Ph	Mn	Pb	Ag
La Canaleja..	Prádena..	59,41	0,89	1,002	»	»	»
Llano Rejas..	Id.	65,63	0,87	0,829	»	»	»
Las horreras	El Ordial..	61,45	1,89	0,342	»	»	»
Peña Lapuerta	La Truela..	56,12	»	»	»	»	»
Cerro del Cas- tillar... . }	Robledo..	57,34	»	»	Contiene.	Contiene.	8 g en T.
El Peñueco..	Fraguas..	36,14	»	»	id.	id.	12 g en T.
El Barrio..	Semillas..	34,00	»	»	id.	id.	8 g en T.

Varía mucho la estructura de los minerales que yacen entre rocas silurianas.

En las pizarras, además de la hematites parda compac-

ta, el óxido hidratado viene mezclado con arcilla constituyendo una mena terrosa de naturaleza ocrácea.

En las cuarcitas los óxidos de hierro unas veces solamente tiñen la roca, otras las impregnan con más o menos intensidad, y forman parte del relleno de los filones que entre ellas arman, en los que se encuentran hematites parda y roja, hierro oligisto y micáceo, con texturas compacta, botroide, arriñonada y nodulosa. Algunos de estos minerales pudieran beneficiarse en pequeña escala si existiera en las proximidades alguna fábrica siderúrgica, pero ya indicamos la falta de medios de comunicación de que adolece la comarca. Por ejemplo, los minerales de Cañamares que están próximos a la carretera de Sepúlveda a Sigüenza, habrían de transportarse más de 38 kilómetros hasta la estación de este último pueblo y 399 por ferrocarril hasta Valencia que es el puerto de embarque más próximo. Por bajas que fuesen las tarifas ferroviarias, el importe del recorrido total ascendería a más de su valor.

El problema es aún de más difícil solución para los minerales del Alto Rey en los términos de Prádena, Gascueña, Aldeanueva y el Ordial, puesto que a los indicados kilómetros hay que sumar de 6 a 9 según los sitios, no teniendo otros medios de enlace con la carretera que ásperos caminos de herradura. Esta dificultad podría solucionarse mediante el empleo de cables aéreos, pues a ello se presta la topografía del terreno, y valdría la pena estudiarlos si la importancia de los yacimientos fuese otra de la que aparentan.

Análogas consideraciones pueden aplicarse a los criaderos de «El Peñueco», «Peña Lapuerta», «Mata del Hierro», etc.

Aun cuando en ellos se descubrieran minerales de hierro que merecieran la pena explotarlos, el precio de los transportes les afectaría desfavorablemente por resultar recargado el de costo de la tonelada de 20 a 25 pesetas.

Además, el arranque sería caro, porque si bien el jornal medio es bastante bajo, en cambio, como la roca de la caja por lo general es cuarcita muy dura, el gasto de herramientas y explosivos excedería a las ventajas económicas obtenidas por la mano de obra.

Unase a lo expuesto la circunstancia de que el laboreo habría de ser subterráneo, y se comprenderá que aun en el caso de que los trabajos de investigación diesen a conocer la existencia de importantes yacimientos, siempre serían muy de tener presentes aquellos grandes inconvenientes.

Los aminoraría la energía eléctrica que puedan suministrar los ríos de la comarca, utilizándola en el arranque, preparación mecánica, beneficio de las menas por procedimientos electro-siderúrgicos, transportes, etc.

Tal es el juicio que hemos formado acerca de los afloramientos y manifestaciones ferríferas existentes en la zona siluriana, en la que por existir yacimientos de oro y plata se comprende no se hayan practicado verdaderos trabajos de investigación en los de hierro, de por sí poco importantes.

Resultaría sumamente arriesgado cuanto pudiera decirse acerca de la corrida, potencia, continuidad y variedad de la metalización, riqueza de ésta como mena de hierro y demás circunstancias que permitieran apreciar su importancia industrial actual o futura.

Por las mismas razones serían poco fundamentadas cuantas hipótesis se hicieran acerca de su cubicación, siendo imprescindible para hacer un cálculo algo aproximado a la realidad, el conocimiento de la continuidad o interrupción de las grietas en profundidad, así como la naturaleza del relleno pues ya hemos indicado la posibilidad de que algunos crestos correspondan a filones de otras substancias minerales.

GÉNESIS PROBABLE DE LOS YACIMIENTOS

Entre los yacimientos ferruginosos enumerados se distinguen tres clases de formaciones: unas son las que proceden del relleno de grietas o fisuras, otras las originadas por la impregnación de cuarcitas, y la última clase formada por la aglomeración de elementos clásticos o sean las brechas ferríferas clasificadas como cuaternarias por el señor Palacios.

Es probable que entre estas tres categorías existan grandes relaciones genéticas, pues determinadas grietas filonianas están abiertas en los lugares donde se presentan bancos de cuarcita impregnadas por los óxidos de hierro. Las brechas también se hallan con frecuencia en sitios próximos a aquellos donde existen criaderos de las otras clases.

Las grietas filonianas deben tener íntima relación con la serie de plegamientos que al dislocar los estratos dieron a la accidentada zona que nos ocupa las líneas generales de su relieve; podemos, por tanto, clasificarlas como hendiduras exokinéticas de plegamiento.

Según las modernas teorías orogénicas, la adaptación de la corteza terrestre al núcleo interno sucesivamente contraído, origina dos fuerzas tangenciales, representada una por la mencionada contracción secular y la otra por la rigidez propia de los materiales terrestres; las dos fuerzas dan una resultante vertical causa primera de la formación del relieve de montañas y cordilleras pues la acción continuada de las indicadas presiones determina la producción de pliegues, bóvedas y grietas en los estratos, de modo tal, que engendrado el pliegue, éste a su vez origina la falla cuando los sedimentos doblados encuentran masas rígidas en su camino, y los sistemas de fallas producen, a la larga, las monta-

ñas y cordilleras. Las empinadas cumbres de las Sierras del Alto Rey y del Ocejón serían el resultado del hundimiento de segmentos que abandonaron la horizontalidad girando en torno de un eje, originándose así las llamadas fallas de charnela.

Suess ha hecho notar el importante papel que juegan en la estructura del globo las zonas de extraordinaria rigidez, sujetas por lo mismo a pocos trastornos, a cuyos bordes vienen a amoldarse las masas menos resistentes cuando son empujadas hacia aquéllas.

En la cordillera Carpeto-Vetónica existen grandes moles graníticas y gneísicas que constituyen el relieve del suelo desde los tiempos más antiguos de la vida del globo. Las diferentes capas que ciñen esas moles se han ido adaptando en torno suyo y quebrando sucesivamente a compás de la reducción de la corteza terrestre en toda la zona de la meseta influenciada por la citada cordillera. Aplicando esto a la zona NO. de la provincia de Guadalajara, parece deducirse que tanto el manchón gneísico occidental de El Cardoso como el de Hiendelaencina fueron los macizos rígidos donde hubieron de detenerse los ondulados pliegues de los estratos paleozóicos.

Situada esta región al borde oriental de la meseta ibérica en que actuó el levantamiento herciniano, con éste deben relacionarse los movimientos que dieron origen a los pliegues y roturas de los estratos silurianos. Dicho movimiento suponen la mayoría de los geólogos tuvo lugar entre los períodos medio y superior de la época carbonífera; otros extienden su actividad hasta el principio del triásico, y en este caso, los trastornos que se observan en el manchón devoniano de los términos de Alcolea de las Peñas, Tordelrábano, La Riva y Cercadillo, así como los del pequeño afloramiento situado al Oeste de Atienza, clasificado igualmente

como devoniano por el Sr. Palacios, debieran también referirse al herciniano.

Los conglomerados y areniscas del trias acusan, en algunos sitios, haber sufrido ulteriores trastornos. Los sedimentos de esa época que se presentan en contacto con el devoniano en Cercadillo forman un amplio cerco de paredes inclinadas hacia ese manchón, observándose que la zona levantada no pasa de un par de kilómetros pues las calizas y margas sobrepuestas apenas si han perdido su horizontalidad. Aceptando la segunda hipótesis, sólo ha sido afectada por dicho movimiento una pequeña porción de la parte más inferior del sistema o sea la que se halla en las proximidades de las rocas paleozóicas.

Es probable que también exista relación entre el relleno de las grietas originadas por el levantamiento herciniano y las erupciones de la roca hipogénica que se presenta en los asomos de Cañamares, Atienza, Tordelloso y La Miñosa. Hicimos notar que estos afloramientos aparecen de preferencia en el contacto de las formaciones triásicas y siluriana, existiendo algunos isleos rodeados completamente por materiales triásicos, cuyas areniscas de la base se hallan levantadas como si la erupción de la roca hipogénica hubiese sido posterior a su sedimentación. Como es sabido, ha sido objeto de discusión el considerar como permianos o triásicos muchos de los conglomerados y areniscas que al fin se incluyeron en el trias constituyendo el piso inferior o de las areniscas abigarradas. Suponiendo permiano el referido tramo, resulta que tanto los movimientos que ocasionaron el levantamiento como las erupciones de la roca porfiróide, debieron tener lugar durante el período permo-carbonífero que constituye una época de gran actividad en los fenómenos tectónicos y eruptivos.

Si por el contrario, seguimos adoptando el criterio casi

unánimemente aceptado de considerar como triásicos esos conglomerados y areniscas, entonces hay que admitir que los citados fenómenos debieron prolongar su actividad por lo menos hasta después del depósito de esos materiales o sea antes de aquel durante el cual se sedimentaron las calizas y margas de los pisos superiores del trias.

Durante la época jurásica, es lo más probable que tampoco la zona que nos ocupa sufriese los efectos de otros empujes importantes que imprimiesen nuevos rasgos a la tectónica de sus sedimentos.

En cambio, las rocas cretáceas aparecen en algunos lugares lo suficientemente plegadas y trastornadas para acusar la acción de potentes empujes posteriores que debieron tener lugar con anterioridad al depósito de los materiales terciarios que cubriendo una extensa zona en la parte Sur de la provincia penetra en las de Cuenca y Madrid formando el relleno del gran lago terciario de Castilla la Nueva, cuyos sedimentos, sobre todo los de sus capas superiores, conservan la disposición estratigráfica en que debieron depositarse, habiendo sufrido únicamente los efectos de activas denudaciones, causa de los actuales accidentes topográficos que en ciertos sitios de la Alcarria alcanzan singular relieve. Por tanto, los movimientos orogénicos que afectaron a la formación cretácea es probable tuvieron lugar al principio de la edad terciaria con anterioridad al depósito de las capas superiores clasificadas como miocenas.

Hacia Sigüenza, y principalmente en los cortes naturales y artificiales que se observan desde el tren en las ceñanías del apeadero de Cutamilla, es donde las calizas cretáceas están más plegadas, mientras que en el manchón de Atienza y en el que se extiende por la parte Norte de la provincia formando la meseta de Campisábalos, los estratos se presentan próximamente horizontales. En la faja que se apoya en

la vertiente meridional de la sierra ofrecen algunas ondulaciones en el sentido de la longitud de dicha faja, notándose en general un buzamiento hacia el Sur que rara vez excede de 12° y que apenas si se hace sensible en algunos sitios.

Esta disposición estratigráfica indica que los empujes que afectaron a los materiales cretáceos próximos al manchón terciario, tuvieron más débil repercusión en los que se apoyan en la vertiente meridional, siendo aparentemente nula su influencia en los situados en la parte septentrional, y por ello creemos que los movimientos orogénicos de la edad terciaria debieron influir muy poco sobre los sedimentos silurianos cuyos levantamientos y trastornos estratigráficos se verificarían hacia el final del paleozóico.

Como consecuencia, deducimos que la mayoría de las fisuras entre rocas silurianas deben clasificarse como hercynianas por lo que se refiere a la época de su apertura.

Por si tuvieran relación con los criaderos de hierro otros yacimientos filonianos que yacen entre los sedimentos silurianos de la misma región, recordaremos la extensa red de fracturas con rellenos metalíferos de diversas y complejas composiciones en las que dominan galena argentífera y pirita de cobre, arsenical y antimonial con más o menos plata.

Entre los más conocidos se halla el de Tamajón de pirita arsenical argentífera, galena, pirita de cobre y ganga de baritina, y el que existe entre Muriel y Sacedoncillo de pirita de hierro, cobre gris antimonial y ganga cuarzosa.

También en las cuarcitas y pizarras silurianas de la Nava de Jadraque, Arroyo de Fraguas, Semillas y Palancares arman filones de cuarzo aurífero en los que el oro está unas veces diseminado en la masa de cuarzo en tenues partículas visibles a simple vista y otras en pequeñas cavidades que contienen óxido de hierro que es probable proceda de la oxidación de la pirita que primitivamente contenía el oro.

Los de La Nava de Jadraque los clasifica Mr. Belloc en dos grupos: el primero formado por un filón principal cuya dirección es de Norte 75° Este a Sur 75° Oeste con tendido de 70° y cruceros que van de Norte 20° Oeste a Sur 20° Este con buzamientos alrededor de 40°; en el segundo están arrumbados de Norte 20° Este a Sur 20° Oeste.

En los cruceros del primer grupo los cuarzos auríferos dieron una riqueza de 35 gramos por tonelada.

No es sólo en el sistema siluriano donde se encuentran fracturas mineralizadas, pues las más notables por las metalizaciones descubiertas son las del estrato-cristalino que tanta nombradía dieron al distrito de Hiendelaencina durante la segunda mitad del siglo pasado.

El manchón gneísico que desde el término de La Bodega se extiende por los límites meridional y occidental de la zona paleozóica hasta cerca de Alcorlo, oculto en grades extensiones por depósitos cuaternarios, debió ser el macizo frontal rígido contra el cual se estrellaron los empujes sucesivos que plegaron y trastornaron los estratos paleozóicos. Las rocas estrato-cristalinas debieron sufrir sus trastornos estratigráficos con anterioridad a la serie de plegamientos hercinianos, y por tanto los filones argentíferos de Hiendelaencina, Congostrina, Zarzuela, La Bodega, etc., no deben guardar relación, por su edad ni por la naturaleza del relleno, con los que encajan entre rocas silurianas.

Indicaremos, no obstante, algunas de sus características, pudiendo adquirirse más detalles en los minuciosos trabajos que se citan en las «Notas bibliográficas» que figuran en este tomo.

Arman en el gneis y pueden agruparse en tres sistemas: uno formado por el filón principal y otros dos que corren todos de Levante a Poniente como las rocas de la caja. El

espesor es muy variable desde algunos centímetros a 1,50 metros y el tendido casi vertical.

Entre las gangas que se encontraron figuran cuarzo, calcita, baritina y hierro espático. De la zona más alta se ha extraído plata nativa y combinaciones halógenas del mismo metal, mientras que al descender fueron dominando las llamadas platas negra y roja, es decir, sulfo-antimoniuros y sulfo-arseniuros.

Otro sistema es el que cruza perpendicularmente a los anteriores produciendo saltos. Por consiguiente, su apertura y mineralización debieron ser posteriores a las del primer sistema. La ganga dominante es cuarzo, escaseando o faltando la baritina. Son de mayor potencia pero más pobres en minerales argentíferos, con algo de galena, estibina y más abundantes las piritas.

Los del último sistema siguen diversas direcciones; alguno contuvo en su parte superior plata nativa, galena argentífera y cobre gris, pero empobreció rápidamente.

Fallas estériles, alguna de gran importancia, cruzan los filones de los tres sistemas ocasionando grandes saltos con giros y desplazamientos.

Resulta, pues, que las fisuras se produjeron en direcciones muy distintas haciendo de aquella zona un campo de fracturas muy complicado.

La presencia de sales haloideas de plata en las zonas más superficiales, parece indicar que, después de la apertura y relleno de las grietas, las rocas en que arman o sean las del sistema estrato-cristalino estuvieron sumergidas, y el mar que las cubrió debió ser el siluriano en cuyo fondo se depositarían sedimentos detríticos; metamorfozados éstos, se convertirían en las pizarras y cuarcitas que constituyen las rocas de esta edad geológica. Con ello queremos indicar la probabilidad de que parte por lo menos de las rocas

estrato-cristalinas debieron estar cubiertas por otras silurianas desaparecidas durante la activa fase de derrubio cuaternario que ha originado los actuales manchones que interrumpen la continuidad de los afloramientos gneísicos.

Puede admitirse que la precipitación en las fisuras de las diversas combinaciones metalíferas que las rellenan, sean debidas a la acción combinada de vapores acuosos y de fumerolas desprendidas durante el período de actividad interna que dió origen a la roca hipogénica de Cañamares, La Miñosa, Tordelloso y Atienza.

Debieron, por tanto, verificarse sus rellenos al final de la serie paleozóica, prolongándose, quizás, hasta el principio de la triásica.

Las emanaciones dieron lugar a combinaciones sulfuradas con más abundancia que a otras, sin que esto quiera decir que no existiesen también las carbonatadas como lo prueba la presencia del hierro espático y de la calcita en los filones de Hiendelaencina que se depositarían con posterioridad a las demás combinaciones aprovechando la reapertura de nuevas fisuras.

Es probable que existan analogías en la génesis de los filones de pirita de hierro y la de otras combinaciones sulfuradas. Prueba de ello es, que aquella se presenta asociada a minerales cobrizos y argentíferos.

En cuanto a las formaciones filonianas en las que existen combinaciones oxidadas de hierro muy poco puede decirse con fundamento, ya que no se han practicado trabajos de investigación o han sido tan superficiales y están tan mal conservados que cuanto digamos no puede tener más valor que el de aventuradas conjeturas.

Presentan, en su mayoría, los caracteres de filones compuestos; los óxidos de hierro aparecen en vetas que rodean trozos de la roca lateral que unas veces está fuertemente

impregnada por los mismos minerales y otras conserva su propia naturaleza. La impregnación, en ocasiones, se extiende a una zona bastante ancha; así sucede en el «Peñueco» de Fraguas. Cuando la roca de la caja es pizarra, como en Cañamares, da lugar a un mineral ocráceo; mientras que cuando se trata de cuarcitas se transforman en areniscas, no solamente en la parte más impregnada sino en las que sólo están ligeramente teñidas, y esto se explica suponiendo que las aguas que transportaron en disolución los materiales ferríferos, disolvieron el cemento que trababa los granos de sílice.

Nada podemos decir respecto a la profundidad que alcanzan las grietas abiertas entre las rocas silurianas, porque como repetidas veces hemos hecho constar no se han llevado a cabo labores mineras.

En el gneis del estrato cristalino han aparecido importantísimas metalizaciones de minerales argentíferos muy ricos hasta los 600 metros.

En el supuesto de que las fisuras silurianas alcancen poca profundidad, su relleno se habrá efectuado al depositarse los óxidos de hierro disueltos en aguas que por su temperatura elevada y por otras circunstancias favorables atacaron yacimientos sedimentarios preexistentes, y en tal hipótesis aquéllas actuaron por descenso. La proporción elevada de fósforo en las muestras ensayadas en el Laboratorio de la Escuela de Minas habla en favor de un origen sedimentario de los referidos minerales, pero la presencia del cuarzo en otros filones próximos, inclina a pensar si esas fisuras se extienden en profundidad y sea por ascenso la forma en que se haya efectuado la mineralización.

En esta segunda hipótesis, las menas oxidadas sólo existirían en la zona de meteorización situada por encima del nivel hidrostático, mientras que por bajo de éste, el hie-

ro se presentaría en forma de sulfuro, tal vez también en la de carbonato, solo o asociado a otros minerales de cobre, plata, plomo, etc., constituyendo filones de composición compleja.

Si realmente esos filones fuesen sulfurados, la transformación de su montera en óxido de hierro hidratado se ha verificado por la serie de reacciones expuestas por Emmons.

Queda, por último, dar una idea acerca de la génesis probable de las brechas o conglomerados con cemento ferruginoso. Su formación se explica suponiendo que hubo grandes emanaciones de aguas termales que merced a la temperatura y a la presencia de disolventes adecuados arrastraron en disolución el hierro contenido en los yacimientos existentes. Así saturadas, circularon lentamente entre los fragmentos de cuarcita, cuarzo y pizarra, procedentes de derrubios de los inmediatos estratos silurianos. Al descender su temperatura y por el prolongado contacto con esos materiales, depositaron el hidrato de hierro que sirvió de cemento.

Las mismas aguas es posible que también penetrasen en determinadas fisuras abiertas entre las cuarcitas impregnando algunos de los bancos en las proximidades de las brechas.

Clasificadas éstas como cuaternarias, es natural admitir que la fase geiseriana de aguas termales que las mineralizó correspondió a la misma época geológica.

Esto es a grandes rasgos cuanto acerca de la génesis de los yacimientos nos permitimos exponer, pero siempre haciendo constar que el juicio que hemos formado puede ser fácilmente modificado por tratarse de criaderos inexplorados, con pocas y superficiales labores los que han sido objeto de algunas tentativas de investigación.

Si algún día, por cualquier motivo, fueran reconocidos en profundidad, sería llegada la hora de emitir opinión más fundamentada.

II

MINERALES DE HIERRO EN EL TRIÁSICO, CRETÁCEO Y MIOCENO

Hacemos referencia a los minerales de hierro en esos sistemas sólo por el interés teórico que puedan ofrecer.

Casillas.—En la formación triásica que se extiende por el Norte de Atienza se halla el pueblo de Casillas, en cuyo término y sitio denominado «Cuento del Mesegar» se encuentran señales de una calicata cegada por completo, cuya apertura debió efectuarse en vista de los abundantes cristales octaédricos de pirita de hierro que se recogen en el terreno próximo.

La mayoría conservan bien sus aristas y vértices, pero están recubiertos por delgada cutícula de óxido procedente de la alteración superficial originada por la acción de los agentes externos. Se encuentran diseminados entre arcillas de color ceniciento que se apoyan sobre las areniscas rojas del tramo inferior.

La formación de esos cristales debió ser simultánea con la de los sedimentos triásicos que van envueltos, cuyos materiales es verosímil procedan del derrubio de pizarras arcillosas silurianas con las manifestaciones sulfuradas que en su lugar indicamos. En este caso, oxidados los afloramientos piritosos, fueron disueltos los sulfatos por las mismas aguas que disgregaron y arrastraron los materiales arcillosos; por la influencia reductora de sustancias orgánicas pudo efectuarse la regeneración del sulfuro que, merced a

las acciones moleculares correspondientes, originó los actuales cristales octaédricos cuyas acabadas formas acusan un período de lenta y tranquila cristalización que favoreció la suspensión en el agua de las tenues partículas y su sedimentación posterior envolviendo los cristales ya formados.

Guijosa.—Dista este pueblo 2 kilómetros de la estación de Alcuneza en la línea de Madrid a Zaragoza.

Hace algún tiempo se hizo una excavación superficial sobre un afloramiento ferrífero muy próximo al camino de Guijosa a Bujarrabal en el paraje denominado «La Asomadilla». Aparece en un banco de calizas arcillosas triásicas sobrepuestas a las areniscas y pudingas de la base.

El mineral se compone de hierro espático y hematites roja y parda, dominando esta última, de la que se recogieron trozos sueltos en la Umbría de Cubillos, término municipal del mismo pueblo. La reducida extensión de esos afloramientos y principalmente el poco espesor del banco calizo,

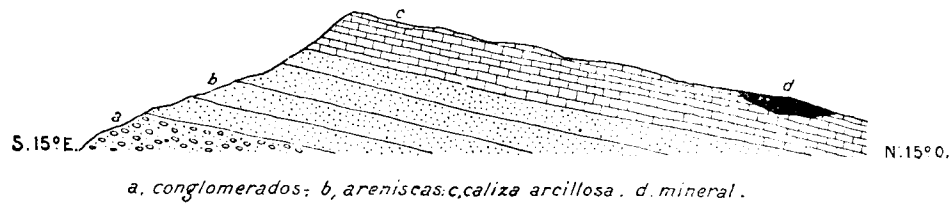


FIGURA 2.^a
Corte por Los Cabezuelos.

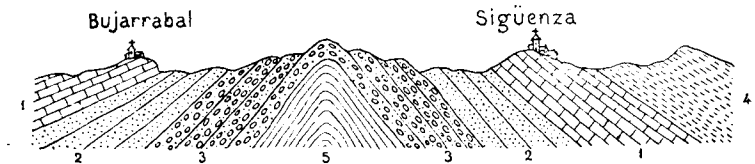
hacen concebir pocas esperanzas respecto a la importancia de esas manifestaciones

Tanto las pudingas de elementos de tamaños variables, esencialmente silíceos, como las areniscas de colores blanco y rojo, y las calizas arcillosas grises, están en estratificación concordante buzando 12° al Norte 15° Oeste.

El corte por Los Cabezuelos (figura 2.^a) indica la situa-

ción relativa de los diversos tramos, midiendo el de las areniscas un espesor de 20 metros en el barranco de Carraestriegana cuya dirección media es de Norte a Sur.

El buzamiento general de los estratos triásicos debe



1. Calizas del muschelkalk. 2. Areniscas abigarradas. 3. Pudingas.
4. margas irisadas. 5. Rocas silurianas.

FIGURA 3.^a
Corte geológico desde Sigüenza a Bujarrabal.

obedecer a un plegamiento que originó el anticlinal que forman los sedimentos triásicos, según el corte de la figura 3.^a

Aragosa.—En término de este pueblo y encima de la fábrica de papel conocida por Los Heros, junto al río Dulce, hay algunas indicaciones ferríferas.

Conócese el paraje con el nombre de la «Tejera» y en sus proximidades está la divisoria de dos formaciones geológicas pertenecientes al sistema cretáceo y a la era terciaria.

En la izquierda del río, donde se hizo una pequeña calicata rellena hoy de escombros, se presenta el cretáceo en bancos de caliza arcillosa con vetas de óxido de hierro mezclado con arcillas que le dan aspecto de verdadero ocre y como tal pudiera tener alguna aplicación.

Debajo del tramo de calizas y arcillas, y caminando hacia el pueblo de Aragosa, se ven areniscas que deben corresponder igualmente a la formación cretácea.

En la «Tejera», en la margen izquierda del río Dulce, sobrepuestos a los bancos de margas vienen otros de gon-

folita con mayor desarrollo y potencia en la parte derecha del curso del río.

Se ha indicado por el Sr. Castel que esos sedimentos fuesen eocenos juntamente con los maciños y yesos superiores. Se funda en la discordancia de estratificación con la parte alta del cretáceo y en la naturaleza petrográfica de esos materiales, pero hasta ahora no existe ningún elemento paleontológico que permita resolver la indeterminación en lo que a su clasificación se refiere.

Este yacimiento quizás proceda de la descalcificación de las mismas calizas o de otras superiores desaparecidas por efectos de la denudación que llevasen diseminadas en su masa el hierro necesario para esas concentraciones.

Santiuste.—De las calicatas que allí hemos visto sólo la situada en Valdehierro, que tiene unos 200 metros cúbicos de capacidad, es la que permite apreciar un poco la naturaleza del yacimiento. Obsérvanse algunas vetas de un mineral arcillo-ferruginoso de colores rojizo y amarillento; otras de hematites compacta y acerada, pero la mayor parte de ella y de dos pequeños trabajos en el mismo monte, son pudingas y areniscas impregnadas de óxido de hierro con alguna arcilla.

La explotación que se hizo tuvo por objeto aprovechar para pinturas de vagones de ferrocarril los ocreos que se preparaban en una pequeña fábrica.

Entre los ejemplares recogidos los hay con drusas bien definidas que demuestran se trata de un yacimiento epigenético debido a la acción de aguas cargadas de óxido férrico que lo depositaron en esa forma.

Las pudingas y areniscas aparecen en el mapa como cretáceas. Tienen espesor de unos 60 metros, conforme indica el desnivel existente entre lo alto del monte y la parte baja

de la ladera donde entra el gneis del estrato cristalino sobre el cual descansa el cretáceo.

Peralveche.—Pertenece este pueblo al partido judicial de Sacedón, estando situado en la proximidad de la carretera que de la cabeza de partido conduce a Villanueva de Alcorón y cerca también de otra que conduce a Trillo.

A un kilómetro aproximadamente de esta última y en el paraje «Valdondiego», a unos 1.500 metros al Oeste del pueblo, hay un barranco que pone al descubierto un banco calizo de cerca de 5 metros de potencia con algunas delgadas costras de óxido hidratado de hierro en los cortes verticales de la caliza. La mejor mineralización es la del afloramiento que está encima de una calicata, en el que pueden verse numerosas vetas de hematites parda compacta de un decímetro de espesor la más gruesa, con trozos de caliza inalterada; la parte mineralizada ocupa hasta un metro de los tres que tiene de altura el banco calizo.

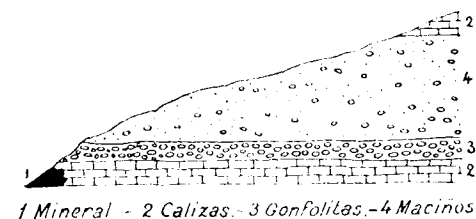


FIGURA 4.^a
Peralveche.

El mineral es de aspecto pobre, y si a esto se añade lo pequeño del afloramiento y lo alejado que se halla de la vía férrea, se comprenderá la poca importancia que puede tener el criadero.

La caliza es compacta, de color sonrosado y con vetillas de calcita, no habiendo encontrado ningún fósil que permita su clasificación.

A ella se la sobrepone (figura 4.^a) otro banco calizo de un metro de espesor; a éste uno de pudinga formada por pequeños elementos de caliza, cuarzo y cuarcita trabados con un cemento calizo-arcilloso, también de un metro. Sobre la pudinga vienen areniscas con cemento arcilloso-calífero que puede considerarse como verdadero maciño cuya potencia es de 31 metros, y por último, coronan a estos maciños otras calizas con poco espesor pues no llega a un par de metros, de color gris amarillento y aspecto esponjoso debido a las numerosas y profundas oquedades.

El conjunto de esos sedimentos, estratificados horizontalmente, corresponden a la formación terciaria, teniendo el banco superior de calizas grandes analogías petrográficas con las clasificadas como miocenas en el extenso manchón de esta parte de la provincia.

Es probable que el mineral se haya formado por sustitución metasomática producida por la acción de aguas que saturadas de anhídrido carbónico fueron un excelente disolvente del hierro de otros criaderos y que aportaron al estado de carbonato ferroso, atacando las calizas del nivel más superior.

MANUEL RANZ.



ÍNDICE

Criaderos de hierro de las provincias de Guadalajara y Teruel, por D. Vicente Kindelan.

	Páginas.
I.—OBJETO Y PLAN DE LA OBRA	1
II.—NOTAS BIBLIOGRÁFICAS.....	6
III.—DATOS HISTÓRICOS Y ESTADÍSTICOS.....	17
IV.—YACIMIENTOS DE HIERRO EN EL SISTEMA SILURIANO	41
Situación y datos petrográficos.....	41
Datos estratigráficos	52
Datos paleontológicos.....	55
Génesis de los yacimientos.....	61
(A) <i>De sustitución en las calizas silurianas</i>	61
Menas y minerales.....	75
Datos locales.....	81
Yacimientos en la Sierra Menera: Ojos Negros, Setiles, Tordesilos, Villar del Saltz y Ródenas.....	81
El Pobo, El Pedregal, Hombrados y Campillo de Dueñas.....	90
Pardos, Canales, Herreria y Rueda.....	98
Almohaja	101
Cerro de la Carbonera	104
(B) <i>Yacimientos de hierro de origen filoniano</i>	106
Datos locales.....	109
Sierras del Tremedal y Alta: Bronchales, Noguera, Tramacastilla y Torres	109
Sierra del Collado de la Plata	114
El Poyo, Calamocha, Castejón de Tornos y La Zoma... ..	118
(C) <i>Yacimientos secundarios entre pizarras silurianas</i>	122
Datos locales.....	125
Checa, Oréa, Noguera, Orihuela del Tremedal y Torres.....	125
V.—YACIMIENTOS DE HIERRO EN EL SISTEMA TRIÁSICO.....	128
Datos locales.....	133
Albarracín, La Nava, Bezas y Saldón.....	133
El Pobo, Hombrados, Setiles y Ródenas.....	137
VI.—YACIMIENTOS DE MINERALES DE HIERRO EN EL LIÁSICO.....	138
Minerales oolíticos de la Sierra de Camarena y de Sarrión.....	141

VII.—MINERALES DE HIERRO EN EL SISTEMA CRETÁCEO.....	146
APÉNDICE. — COMPAÑÍA MINERA DE SIERRA MENERA.....	151
Explotación y transportes.....	151
Preparación mecánica.....	158
Cribado.....	158
Fabricación de aglomerados de hierro.....	161
Briqueteo.....	161
Nodulación.....	170

Minerales de hierro en la región NO. de la provincia de Guadalajara, por D. Manuel Ranz.

I.—DESCRIPCIÓN GENERAL.....	179
Notas geológicas.....	185
Algunos lugares donde aparecen minerales de hierro...	195
(A) <i>Rellenando grietas y fisuras entre rocas silurianas</i>	195
(B) <i>Brechas ferruginosas de la época cuaternaria</i>	203
Diversas clases de minerales.....	207
Génesis probable de los yacimientos.....	211
II.—MINERALES DE HIERRO EN EL TRIÁSICO, CRETÁCEO Y MIOCENO.....	221

ÍNDICE DE LAS LÁMINAS

Criaderos de hierro de las provincias de Guadalajara y Teruel.

I.—Mapa de los distritos ferríferos.....	16-17
II.—Mapa geológico de la zona de hierros de los términos de Hombrados, El Pobo, Setiles, Tordosilos y Ojos Negros.....	40-41
III.—Cortes geológicos.....	48-49
IV.—Cortes geológicos.....	54-55
V.—Yacimientos de hierro de Sierra Menera. Plano parcial de las concesiones mineras y de los yacimientos de Ojos Negros, Setiles y Tordosilos.....	86-87
VI.—Bosquejo geológico de la zona de hierros del término de Almohaja (Teruel).....	102-103

Minerales de hierro en la región NO. de la provincia de Guadalajara.

I.—Mapa geológico del término de Cahameres (Guadalajara).....	194-195
---------------------------------------------------------------	---------

ÍNDICE DE LAS FOTOGRAFÍAS

Criaderos de hierro de las provincias de Guadalajara y Teruel.

	Páginas.
1.—Candiles árabes hallados en los minados de Sierra Menera.	18-19
2.—Candiles árabes hallados en los minados de Sierra Menera.	18-19
3.—Contacto del triásico y el siluriano en la Peña del Tormo (Ojos Negros).....	44-45
4.—Contacto del triásico y el siluriano en las minas de hierro de Almohaja.....	44-45
5.—Contacto del triásico y el siluriano en el barranco de la Virgen Vieja (Almohaja).....	44-45
6.—Efectos de denudación, Riscuales de cuarcitas derrubadas en las cumbres de Sierra Menera.....	44-45
7.—Efectos de denudación, Riscuales de cuarcitas derrubadas en las cumbres de Sierra Menera.....	44-45
8.—Pliegues de bancos de cuarcitas silurianas en la carretera de Oréa a Checa.....	52-53
9.—Pliegues de bancos de cuarcitas silurianas en la carretera de Oréa a Checa.....	52-53
10.—Microfotografía de una caliza dolomítica del yacimiento de Ojos Negros epigenizada parcialmente en siderosa y hematites.....	62-63
11.—Vista parcial de la Sierra Menera.....	80-81
12.—Yacente arcilloso de la masa de mineral de la mina «Leonardo» (Setiles).....	84-85
13.—Explotaciones antiguas de las Orconeras (Ojos Negros). Masas de carbonatos envueltas en limonita terrosa.....	84-85
14.—«María la Grande». Efectos de denudación en las pudingas triásicas.....	130-131
15.—«Los Pescbres». Efectos de denudación en las pudingas triásicas.....	130-131
16.—Micrografías de minerales oolíticos de hierro de Sarrión (Teruel).....	142-143
17.—Micrografías de minerales oolíticos de hierro de Sarrión (Teruel).....	142-143
18.—Micrografías de minerales de Camarena (Teruel).....	142-143
19.—Micrografías de minerales de Camarena (Teruel).....	142-143

	Páginas.
20.—Vista parcial de la «Trinchera número 5» (mina «Leonardo» de Setiles).....	154-155
21.—Vista parcial de la «Trinchera número 5» (mina «Leonardo» de Setiles).....	154-155
22.—Detalle de la «Trinchera número 10» (mina «San José» de Setiles).....	154-155
23.—Detalle de la explotación de las Orconeras (Ojos Negros).	154-155
24.—Depósito de mineral y plano inclinado de Montiel (Ojos Negros).....	154-155

Minerales de hierro de la región NO. de la provincia de Guadalajara.

1.— <i>Cruziana Prevosti</i> , Roualt, y <i>C. Goldfussi</i> , Roualt (El Calderón, término de Semillas).....	188-189
2.—Pliegue de cuarcitas silurianas (Peña del Corral, término de Semillas).....	192-193
3.—Afloramiento de un filón de cuarcitas con intercalaciones de cuarzo y óxido de hierro (La Iruela, término de Almiruete).....	198-199
4.—Filón de cuarcitas con intercalaciones de cuarzo y óxidos de hierro (La Iruela, término de Almiruete).....	198-199
5.—Macizo de pizarras silíceas mineralizadas (El Peñueco, próximo al poblado de Fraguas).....	198-199
6.—Crestones de cuarcitas derrubiadas con numerosas diaclasas (Sierra Gorda).....	198-199
7.—Las Covachas, término de Semillas.....	204-205

FE DE ERRATAS

PÁGINA	LÍNEA	DICE	DEBE DECIR
105	3	que tiene	y tiene
125	2	Nogueras	Noguera
183	27	Ordal	Ordial
188	23	occidental	accidental
188	20	lo hemos	los hemos

