

R.16496

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA



MAPA GEOLÓGICO

MEMORIA EXPLICATIVA

DE LA

HOJA N.º 460

HIENDELAENCINA

MADRID
TIP. Y LIT. COULLAUT
MARÍA DE MOLINA, 106
1928

PERSONAL DEL INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

<i>Director</i>	Excmo. Sr. D. Luis de la Peña.
<i>Vocales</i>	Sr. D. Vicente Kindelan.
—	Sr. D. Alfonso Fernández y M. Valdés.
—	Sr. D. Manuel Sancho Gala.
—	Sr. D. Manuel Ruiz Falcó.
—	Sr. D. Agustín Marín y Bertrán de Lis.
—	Sr. D. Augusto de Gálvez-Cañero.
—	Sr. D. Alfonso del Valle de Lersundi.
<i>Vocal Secretario</i>	Sr. D. Guillermo O'Shea.
<i>Vocales</i>	Sr. D. Primitivo Hernández Sampelayo.
—	Sr. D. José de Gorostízaga.
—	Sr. D. José García Siñeriz.
—	Sr. D. Enrique Dupuy de Lôme.
—	Sr. D. Juan Gavala.
—	Excmo. Sr. D. Pedro de Novo y Chicarro.
—	Sr. D. Alfonso de Alvarado.
—	Sr. D. Pablo Fernández Iruegas.
—	Sr. D. Joaquín Mendizábal.
<i>Ingenieros agregados</i>	Sr. D. Javier Miláns del Bosch.
—	Sr. D. Enrique Rubio.
—	Sr. D. Manuel Cineúnegui.
—	Sr. D. Agustín Larragán.

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

<i>Director del Laboratorio</i>	Sr. D. Enrique Hauser.
<i>Profesor de Geología</i>	Sr. D. Pablo Fábrega.
— <i>de Paleontología</i>	Sr. D. Luis Jordana.
— <i>de Mineralogía</i>	Sr. D. Enrique de Pineda.
— <i>de Química analítica</i>	Sr. D. Manuel Abbad.
— <i>de Topografía</i>	Sr. D. Miguel Langreo.

ÍNDICE DE MATERIAS

		Páginas
I	BIBLIOGRAFÍA	7
II	HISTORIA	13
III	GEOGRAFÍA FÍSICA	21
IV	TECTÓNICA	25
V	ESTRATIGRAFÍA	29
VI	PETROGRAFÍA Y MINERALOGÍA	37
	PETROGRAFÍA	37
	MINERALOGÍA	45
VII	PALEONTOLOGÍA	49
VIII	MINERÍA Y CANTERAS	57
	MINERÍA	57
	Sistemas filonianos de Hiendelaencina	57
	Riqueza de la metalización de los filones de Hiendelaencina	61
	Desigual distribución de la metalización en los filones de Hiendelaencina	64
	Fallas y otras grietas filonianas transversales	67
	Filones de la Nava de Jadraque	69
	CANTERAS	70
IX	HIDROLOGÍA	73
X	VARIOS	77
XI	GEOFÍSICA	81
	MÉTODO SÍSMICO	81
	MÉTODO ELÉCTRICO	88

INTRODUCCIÓN

Para colaborar en la Hoja Geológica de Hiendelaencina, núm. 460, fueron propuestos por el Director del Instituto Geológico y Minero de España, Excmo. Sr. D. Luis de la Peña y Braña, el Ingeniero de Minas D. Joaquín Menéndez Ormaza, que dirigió las más importantes de la comarca en una de las épocas de su mayor prosperidad, y el Auxiliar facultativo D. Juan Bautista Targhetta, también muy conocedor de aquella geología y minería. La parte de Geofísica ha sido hecha por el vocal D. Guillermo O'Shea y para la dirección de los trabajos fué designado el Ingeniero jefe de la 4.^a Región que suscribe estas líneas.

Al interés que en sus variados aspectos ofrecen las hojas que actualmente publica el Instituto Geológico y Minero de España, se añade en la de Hiendelaencina, el que tiene la complicada red de fallas y de grietas filonianas, con metalizaciones muy complejas, variadas y desigualmente distribuidas, cuya explotación fué causa de grandes éxitos y fracasos.

Se trata de una región de España que es de continuo visitada y estudiada por geólogos, ingenieros y financieros, tanto españoles como extranjeros de diferentes nacionalidades, que llegan atraídos por la nombradía que

tuvieron esos célebres criaderos de plata, pues son muchos los que creen que en los filones de Hiendelaencina y en los de La Bodera, pueden descubrirse importantes yacimientos de minerales argentíferos ricos.

Por todo ello, y porque nuestro trabajo está destinado a figurar entre las publicaciones del Instituto Geológico y Minero que de tanta autoridad gozan, hemos puesto al hacerlo el mayor cuidado y toda nuestra buena voluntad a fin de cumplir lo mejor posible, en la medida de nuestros medios, la difícil misión que se nos encomendó.

Y antes de seguir adelante debemos comenzar rindiendo el debido tributo de admiración sincera a los confeccionadores de las hojas antiguas y las memorias sobre el asunto.

Con la dificultad de comunicaciones para la observación directa y con escasa bibliografía cuando se confeccionó el Mapa Geológico de España, representa el trabajo por ellos verificado, un asombro de clarividencia, en muchos casos intuitiva, dada la evidencia de la imposibilidad práctica de comprobación de lo enunciado.

Los antiguos, y en nuestro caso el Sr. Castel principalmente, como siempre, hicieron con el Mapa Geológico español un milagro científico.

El Jefe de la 4.^a Región,

Vicente Kindelan

I

BIBLIOGRAFÍA

Para quien desee conocer los detalles acerca de las materias de que esta Memoria trata, y con objeto de evitar repetidas referencias, a continuación van reseñados los trabajos de que tenemos noticia sobre la geología, mineralogía y minería del terreno que comprende esta Hoja, pues en ellos aparece mucho de lo que en aquélla figura.

La mayor parte están citados en los «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 Rúa Figueroa; en los «Criaderos de hierro de las provincias de Guadalajara y Teruel» por D. Vicente Kindelan y en el «Catálogo de estudios de minerales criaderos españoles» publicado por la Asociación de Ingenieros de Minas.

MIÑANO (S.).—Diccionario Geográfico - Estadístico de España y Portugal. Año 1826.

LÓPEZ CANCELADA (J.).—Minas en España, tratado del beneficio de sus metales de plata por azogue, según el método más comunmente usado en Nueva España, formado por D. Federico Sonnenschuid, Comisario que fué de ellas, por S. M. en aquel reino. Año 1831.

GONZÁLEZ (T.) (Presbítero).—Registro y relación general de minas de la Corona de Castilla, año 1832.

ESCOSURA (L.).—Memorias sobre las minas de Hiendelaencina. «Boletín oficial de Minas», años 1844-45.

DESCUBRIMIENTOS importantes. Se refiere al hallazgo de los criaderos de cobre gris en Monterrubio, provincia de Burgos, y

- de plata de Hiendelaencina, en la de Guadalajara. «Boletín Oficial de Minas», año 1844.
- RUIZ (J.).—Sobre las minas de plata de Hiendelaencina. «Boletín Oficial de Minas», años 1844-45.
- MEMORIA sobre el estado de la minería del Reino en fin del año 1845. Presentada al Gobierno de S. M. por el Director General del Ramo. «Anales de Minas», tomo IV. Madrid, 1845.
- MADOD (P.).—Diccionario Geográfico-Estadístico-Histórico de España y sus posesiones de Ultramar. Año 1845.
- PELLICO (R.).—Extrait d'une Memoire sur les gites argentifères de Hiendelaencina. «Bulletin de la Societé Géologique de France», serie II, vol. IV, año 1846.
- PELLICO (R.).—Memoria sobre las minas de plata de Hiendelaencina. Año 1846.
- SABAU (T.).—Plano de los alrededores de Hiendelaencina con la situación de los pozos y demarcación de las minas que en ellos se encuentran. Año 1846.
- LÓPEZ (D.).—Las minas de plata de Hiendelaencina. Serie de artículos publicados en el «Día Español». Año 1846.
- EZQUERRA (J.).—Excursión geológica desde Hiendelaencina a Trillo y a Blanque, en la parte de la provincia de Guadalajara conocida con el nombre de Alcarria. «Revista Minera», tomo I, página 289. Madrid, año 1850.
- MINAS DE LA BODERA.—«Revista Minera» tomo I, página 26, año 1850.
- INFORMES acerca de las minas de la Sociedad Vergara en término de La Bodera. «Revista Minera», tomo II, pág. 566, año 1851.
- EZQUERRA DEL BAYO (J.).—Die Bergwerke von Hiendelaencina in der Provinz Guadalajara (Spanien). Biblioteca de la Escuela de Minas. Año 1853.
- ESCOSURA (L.).—Informe sobre la mina «Santa Cecilia», sita en Hiendelaencina. «Biblioteca de la Escuela de Minas». Año 1853.
- EZQUERRA (J.).—Ensayo de una descripción general de la estructura geológica del terreno de España. «Memorias de la Real Academia de Ciencias de Madrid», años 1854 a 1857.
- TORNOS (C.).—Plano general de la posición relativa que guardan entre sí las minas principales de los distritos de Hiendelaencina, Congostrina, Alcorlo y parte de Robledo. Año 1855.
- YEGRÓS (S.).—Estudio sobre el filón Rico de Hiendelaencina. «Revista Minera», tomo X, pág. 462, año 1854.
- ESTUDIO sobre el filón Rico de Hiendelaencina.—«Revista Minera» tomo X, página 462, año 1859.
- HIENDELAENCINA.—Nueva fábrica de beneficio de minerales. «Revista Minera» tomo XI, pág. 77, año 1860.
- MEMORIAS sobre el distrito de Hiendelaencina en 1871. «Revista Minera» tomo XIII, página 321, año 1862.

- NARANJO GARZA (F.).—Elementos de Mineralogía general, industrial y agrícola. Año 1862.
- INAUGURACIÓN de la máquina de vapor de extracción, establecida en la mina «Suerte», en Hiendelaencina. Artículo inserto en el número 4.145 de la edición grande del periódico «Las Noveidades», correspondiente al 6 de julio de 1862.
- SITUACIÓN de la mina «Perla» de Hiendelaencina. «Revista Minera», tomo XV, pág. 666, año 1864.
- YEGRÓS (S.).—Minería de la provincia de Guadalajara en el año 1862. «Revista Minera», tomo XV, páginas 181 y 212, año 1864.
- YEGRÓS (S.).—Relación de las desgracias ocurridas en la mina «Perla», de Hiendelaencina, en el mes de octubre de 1864. «Revista Minera», tomo XVI, páginas 7, 33, 65 y 97, año 1865.
- ARANZAZU (J.).—Bosquejo geológico de la provincia de Guadalajara. Año 1867.
- ESCUADERO (J. M.^a).—Crónica de la provincia de Guadalajara, pág. 56, año 1869.
- MAFFEIN (E.) Y RUA FIGUEROA (R.).—Apuntes para una biblioteca española de libros, folletos y artículos impresos y manuscritos, relativos al conocimiento de explotación de las riquezas minerales y a las ciencias auxiliares. Año 1871.
- DONAIRE.—Datos geológico-mineros recogidos en la provincia de Guadalajara. «Boletín de la Com. Map. Geol.», tomo I, páginas 267 a 270, año 1874.
- CALDERÓN (S.).—Reseña geológica de la provincia de Guadalajara. Año 1874.
- BAUTISTA MUÑOZ (M.).—Apuntes acerca del distrito de Hiendelaencina. 1875. Aparece una copia en la «Revista Minera», tomo I de la serie B, páginas 70, 83, 91 y 101 del mismo año.
- MALLADA (L.).—Sinopsis de las especies fósiles que se han encontrado en España. «Boletines de la Comisión del Mapa Geológico de España». Año 1875 a 1892.
- CUATRO palabras sobre la comarca minera de Hiendelaencina. «Revista Minera», tomo II, serie B, pág. 254, año 1876.
- LAS MINAS DE ORO de La Nava de Jadraque. «Revista Minera», tomo II, serie B, pág. 245, año 1876.
- MEMORIA sobre el distrito minero de Hiendelaencina. «Revista Minera», tomo III, serie B, páginas 249, 257 y 268, año 1877.
- CASTEL (C.).—Una conífera del Triás. «Anales Soc. Esp. Hist. Nat.», tomo VII, pág. 277. Año 1878.
- MEMORIA geológico-minera de las comarcas de Hiendelaencina y Jadraque (manuscrito). «Biblioteca de la Escuela de Minas». Año 1878.
- PALACIOS (P.).—Reseña física y geológica de la parte NO. de la provincia de Guadalajara. «Bol. Comisión del Mapa Geológico de España», tomo VI, pág. 277, año 1879.

- CASTEL (C).—Descripción física, geognóstica, agrícola y forestal de la provincia de Guadalajara. «Boletines de la Comisión del Mapa Geológico de España», tomos VII y VIII. años 1880 y 1881.
- ABELEIRA (M).—Informe acerca de la mina «San Carlos» en Hiendelaencina. «Revista Minera», tomo XVII. pág. 294, año 1882.
- ABELEIRA (M).—Informe acerca de la mina «Relámpago» en Hiendelaencina. «Revista Minera», tomo XVII, pág. 310, año 1886.
- MALLADA (L).—Catálogo general de las especies fósiles encontradas en España. «Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España», tomo XVIII, año 1892.
- FUSCH y DE LAUNAY (E).—Traité des gites minéraux et métallifères, tomo II, pág. 778. París, 1893.
- CALDERÓN (S).—Plagioclasas españolas. «Anales Soc. Esp. Hist. Natural», tomo XXV actas, pág. 28, año 1896.
- FERNÁNDEZ NAVARRO (L).—Observaciones sobre el terreno arcaico de la provincia de Guadalajara. «Anales Soc. Esp. de Historia Nat.», tomo XXIX, páginas 95 y 123, año 1900.
Noticias de las minas de plata de Hiendelaencina. «Revista Minera» tomo LII, página 51, año 1901.
- PRATS (J.) y HERREROS DE TEJADA (A).—Sociedad arrendataria de las minas «San Carlos» y «Vascongada», en Hiendelaencina. Biblioteca de la Escuela de Minas. Año 1903.
- BECK (R.) (Traducción francesa de O. CHEMIN).—Tratado de yacimientos metalíferos. París, 1904.
- CONTRERAS (B).—El país de la plata. Apuntes históricos de la mina «Santa Cecilia». «Biblioteca de la Escuela de Minas». Año 1905.
- QUIROGA.—Notas petrográficas. «Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.», t. VIII, página 493, año 1908.
- MENÉNDEZ ORMAZA (J).—Minas de Hiendelaencina. Concentración de los minerales de plata por un nuevo procedimiento de flotación. «Revista Minera», tomo LIX, serie C, año 1908.
- KINDELAN (V).—Criaderos de plata de Hiendelaencina. «Estadística Minera» pág. 324, año 1908.
- NARANJO (E).—Estudios geológico-mineros del distrito de Guadalajara. «Bol. XXIX del Instituto Geológico», pág. 281, año 1908.
- CALDERÓN (S).—Los minerales de España. Año 1910.
- ADÁN DE YARZA (R).—Yacimientos metalíferos, pág. 276, año 1911.
- LAUNAY (L. DE).—Traité de metallogenie. Gites minéraux et métallifères, tomo III, página 89. París et Liege, 1913.
- KINDELAN (V).—Criaderos de hierro de las provincias de Guadalajara y Teruel. «Memorias del Instituto Geológico». Año 1918.
- RANZ (M).—Minerales de hierro en la región NO. de la provincia de Guadalajara. «Memorias del Instituto Geológico y Minero de España». Criaderos de Guadalajara y Teruel, pág. 179, año 1918.

- MENÉNDEZ ORMAZA (J).—El distrito argentífero de Hiendelaencina. «Revista Minera», tomo XL, serie C, páginas 373, 386 y 401, año 1922.
- ROYO y GÓMEZ (J.) y GARCÍA BAYÓN CAMPOMANES (P.).—Hiendelaencina. Nueva localidad de pirrotina. Año 1924.
- PÉREZ COSIO (L).—Estudio de los criaderos auríferos de La Nava de Jadraque, Palancares, etc. «Boletín Oficial de Minas y Metalurgia», números 81, 82 y 83, año 1924.
- PÉREZ FORNIES (M).—Estudio de criadero plomo de La Boderá y Robledo. Sección de Minas, Ministerio de Fomento. Año 1925.

II

HISTORIA

Procediendo cronológicamente, comenzaremos por señalar que en la zona comprendida en este estudio, se encuentran las minas de oro de La Nava de Jadraque, algunas de sus labores de indudable procedencia romana.

No debió ser aplicado el procedimiento descrito por Plinio, de grandes hundimientos con posterior beneficio hidráulico, puesto que faltan indicios de los canales productores de grandes desniveles que dicho sistema requiere y que aparece en otras explotaciones auríferas romanas. En cambio, se observan en Palancares largas extensiones de roca abierta sobre filón que alcanzan hasta 25 y 30 metros de profundidad, y allí donde los escombros lo permiten, señalan por el chamuscado de los hastiales el sistema de recalentamiento y riego, que haciendo decrepitar la roca prepara su fácil arranque. Este procedimiento de explotación seguido del posterior lavado en canales y depósitos, de los cuales todavía se observan restos, requieren el completo dominio de la madera, terreno y personal obrero, que sólo en la época romana pudo alcanzarse. Pero dado que ni Plinio, Estrabón, ni los demás escritores romanos, detenidamente estudiados por los especialistas (véase «L'OR» de Hauser y el estudio del Ingeniero español Pérez Cosío), no señalan dato preciso referente a las minas de esta región, sería salirse del marco de esta Memoria, estudiar la historia de la minería romana para aplicarla a los filones de La Nava. Tanto más, cuanto que estudiadas las calzadas romanas y perfectamente jalonada la correspondiente a los restos que todavía aparecen en las cercanías de Espinosa, en las del Sorbe y al otro lado de la zona en San Esteban de Gormaz, no tiene duda que el terreno fué perfectamente conocido y dominado por los romanos, y cuando

sus escritores no tratan de las minas auríferas cercanas a la calzada, debió ser indudablemente a causa de la poca importancia de las explotaciones.

Esta reducida intensidad de la romana minería en la zona, quedó, por lo visto, totalmente paralizada en la Edad Media. El *Registro de Minas de Castilla*, de Tomás González, en lo relacionado con nuestra zona tan sólo hace referencia a las cercanías de Ayllón, donde Ferrando Sánchez y Ferrando de Robledo, obtuvieron de don Juan II permiso de explotación.

El fantástico Cancelada, en sus dos ediciones tan solo se refiere a minas de oro y plata en las cercanías de Cogolludo, explotadas en 1625. Bowles no hace alusión alguna a la minería del distrito.

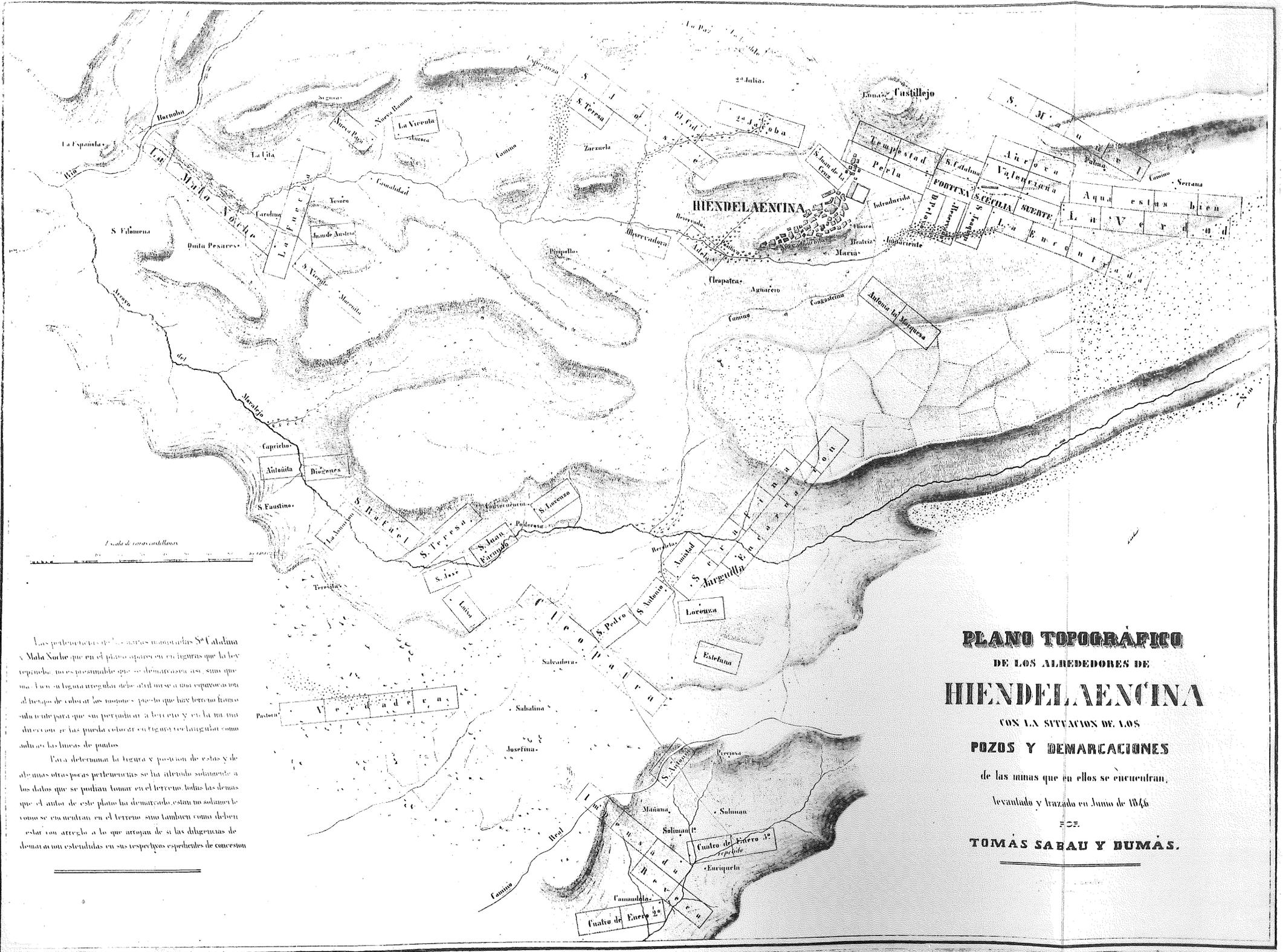
Por lo tanto, la paralización minera puede suponerse total desde la época romana hasta la Edad Moderna. Tiene su explicación lo dicho, si se atiende a que dicha zona fué, durante la reconquista, la variable zona limítrofe entre la *dulce Castiella*, a que hace alusión el poema del Cid, y la tierra de moros. El itinerario de la marcha del Campeador a su destierro, antes de detenerse en Robledo de Corpes (histórico lugar enclavado entre las minas de Hiendelaencina y la Bodería, donde a la vuelta de Valencia abandonaron los infantes a las hijas del Cid), fué precisado con todo detalle por el juglar autor del poema y desde San Esteban de Gormaz hace constante alusión a las fortalezas árabes que dejaban a derecha e izquierda.

No se encontraba, pues, el distrito en la Edad Media, constante paso de los adalides conduciendo sus mesnadas al asalto de las torres y fortalezas que delimitaban la zona de la lucha perenne, en condiciones de que nadie pudiera ocuparse de minería.

Iniciada la Edad Moderna, si algún esfuerzo individual trató de laborar mineralemente el distrito, pasó inadvertido en su fracaso, hasta que en 1833 ocurrió uno de esos casos que tiñe la historia de la minería con tintes novelescos.

Un tal Esteban Gorriiz, desdichado recaudador de contribuciones, por lo visto profesión de antiguo vinculada por Cervantes a la penuria y persecución de la justicia, se vió alcanzado y condenado por la Ley como dilapidador de fondos. En el cumplimiento de su condena, que no debió ser dura ni mucho menos, conoció a un calderero italiano, procesado por falsificar moneda de plata y enredos semejantes en los pueblos de las cercanías de Hiendelaencina, cuyo alcalde vió rechazada en Guadalajara la moneda que le entregó el calderero. Gorriiz no carecía de conocimientos científicos, puesto que había tratado con unos comerciantes de Sigüenza de extraer aceite por nuevos procedimientos, y debió simpatizar con el calderero que le indicó la existencia de minerales argentíferos en Hiendelaencina, al arrancar del Pueblo el camino de Atienza, en el sitio denominado el Canto Blanco, donde hoy existe un pequeño obelisco conmemorativo.

Efectivamente, el tránsito de peatones y caballerías había denuda-



Las pertenencias de las minas llamadas S. Catalina y Mala Noche que en el plano aparecen en figuras que la ley reproduce, no es probable que se demarcaran así, sino que una línea irregular delimitada en su contorno a una espaciosa en el tiempo de cubrir las minas, puesto que hay terreno franco y libre para que sus propietarios a bien en y en la misma dirección se las pueda cobrar en figuras rectangulares como advierten las líneas de puntos.

Para determinar la figura y posición de estas y de algunas otras pocas pertenencias se ha referido solamente a los datos que se podían tomar en el terreno, todas las demás que el autor de este plano ha demarcado, están solamente como se encuentran en el terreno, sino también como deben estar con arreglo a lo que arrojan de sí las diligencias de demarcación estudiadas en sus respectivos expedientes de concesión.

PLANO TOPOGRÁFICO
 DE LOS ALREDEDORES DE
HIENDELAENCINA
 CON LA SITUACION DE LOS
POZOS Y DEMARCACIONES
 de las minas que en ellos se encuentran.
 Levantado y trazado en Junio de 1846
 POR
TOMÁS SABAU Y DUMAS.

do el terreno dejando sobresaliente el crestón blanco baritoso del filón, que luego fué denominado *rico*. Gorriz recogió muestras y debió sufrir el calvario de no ser atendido en sus demandas de ayuda pecuniaria, hasta que tropezó en Guadalajara con el hombre que le hacía falta, el Administrador de los Duques del Infantado, hermano del célebre Doctor Orfila, residente en París, a quien envió las muestras de mineral que le entregó Gorriz. La protección dispensada al descubridor por el Administrador del Infantado, reducida en un principio a limosnas o poco menos, tomó cuerpo al recibir el Orfila español noticias de su hermano, que le aseguraba enorme ley de plata en las muestras enviadas. Y en esta forma se descubrió la primera mina de plata del distrito sobre el «Canto Blanco», cabeza del filón *rico*, y se fundó la primera asociación o compañía explotadora que denunció las minas *Santa Cecilia*, *La Suerte* y *Fortuna*. (Fot. 1).

Estaban los explotadores sobre un crestón baritoso de un filón argentífero rico, en el que como consecuencia del influjo de los mares antiguos abundaban en los afloramientos los cloruros y bromuros de plata de fácil beneficio. A poco de iniciadas las labores comenzaron a enriquecer a sus explotadores, y el año 1851 cada acción de la Sociedad, cuyos principales partícipes eran Gorriz y Orfila, daban 750 pesetas mensuales de beneficio, cotizándose a 60 y 70.000 pesetas, con un valor nominal de 500 pesetas.

Como algunos de los primeros socios de Gorriz habían sido cambiantes y bolsistas madrileños, la noticia de la riqueza de Hiendelaencina corrió por Madrid, fantaseándose mucho sobre ella y haciendo del distrito la California madrileña. De esta época, tanto por ignorancia como por mala fe de algunos especuladores, data el sin número de pozos y exploraciones, muchos sin motivo ni fundamento, que se observan en las cercanías de Hiendelaencina.

Pero la fama de la riqueza del mineral había traspasado las fronteras, sin duda por mediación del médico Orfila, residente en París, y los ingleses, industriales cosmopolitas, se presentaron en Hiendelaencina.

Hacia el año 1845 estudiaron el posible beneficio por amalgamación de los minerales del filón *rico*, comenzando el ensayo con toneles movidos a mano en una humilde caseta en las cercanías del pueblo, y al poco tiempo, conscientes del negocio, constituyeron la Sociedad denominada *La Bella Raquel*. Esta adquirió un mal molino en el río Bornoba en un principio, y a los pocos años, 1851, contrataban los minerales por valor de millón y medio de pesetas.

Si se tiene en cuenta que no admitían leyes de menos de un kilo de plata en tonelada, que la onza en minerales de baja ley la pagaban a dos pesetas y en los de ley elevada a 3,50 (valiendo la onza de plata en aquel tiempo, en la Casa de la Moneda, en Madrid, a 6 pesetas), se puede suponer las enormes ganancias que en aquellos años verificó la Sociedad inglesa, que transformó su primitiva caseta en una gran-

diosa fábrica con cuatro saltos de agua, una fundición de hierro, escuelas, casas para empleados y obreros, con enormes reservas constantes de leña, mercurio y maquinaria, por valor todo ello de más de diez millones de pesetas.

Se puede decir que la mayor parte de las ganancias del distrito fué a poder de los ingleses en aquella época, los cuales buen cuidado tuvieron (informando mal a todo el mundo y evitando con su influencia, la construcción de carreteras y caminos) de impedir con todas sus fuerzas la llegada de capitales nuevos que les mermaran las ganancias.

Todavía subsiste la fábrica, en la que se conservan restos del antiguo esplendor del poblado inglés primitivo. (Fot. 2).

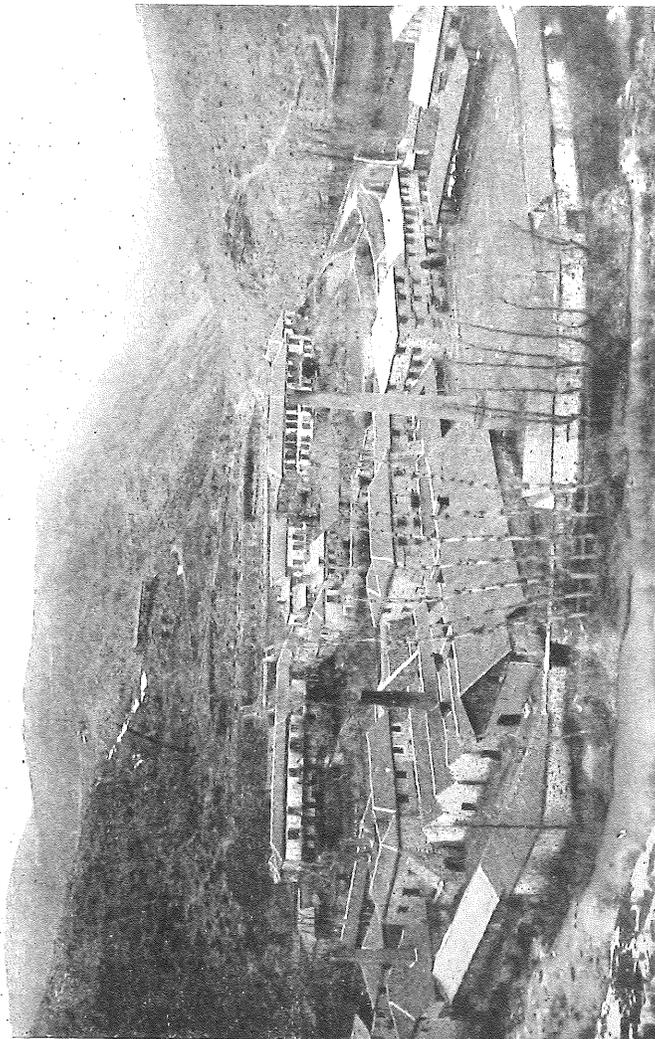
Profundizando los explotadores sobre el filón, llegaron a los niveles entre 100 y 200 metros; en éstos empobreció el yacimiento y acostumbrados a las enormes ganancias del principio, se desanimaron al encontrarse con la disminución de ingresos y aumento de gastos, consecuencia de la profundidad. Basta indicar como serían éstos, observando que llegaron a 200 y más metros con tornos de mano y malacates de caballerías.

Hacia el 1860 las minas producían poco, y la Sociedad inglesa *La Bella Raquel*, con objeto de asegurar el mineral necesario para la marcha de su fábrica, tomó las principales minas adelantando dinero a los propietarios a cuenta de minerales. Fué el golpe de gracia para el distrito, pues los ingleses, fabricantes y no mineros, se dedicaron a sacar de cualquier modo y sin regla ni previsión todo el mineral a la vista, en cuyo beneficio obtenían la principal ganancia. Falta de labores de preparación, y sin que los ingleses se decidieran a profundizar ni un solo piso, fué decreciendo la producción.

En aquel entonces, el Director, en un viaje a Madrid, fué secuestrado por un grupo de malhechores y retenido de noche en rehenes en despoblado, hasta que sus empleados enviaron para su rescate las barras de plata existentes en aquel momento en poder de la empresa. Esto influyó en el abandono de la fábrica, que fué vendida en lotes a menos precio.

En los estudios que acerca de este distrito han publicado los señores B. Muñoz, Mallada y Kindelan, aparecen las noticias siguientes, bien conocidas de los viejos vecinos de la localidad:

En 1865, antes de su decadencia o paralización casi completa, se hallaban en productos las minas *Perla*, *Tempestad*, *Fortuna*, *Santa Catalina*, *Primera Valenciana*, *Segunda Valenciana*, *Santa Cecilia*, *Suerte*, *Verdad de los Artistas*, *Relámpago*, *San Carlos*, *Vascongada* y *Bonita Descuidada*, llegando la profundidad media de sus labores a 100 metros y la máxima a 390; pero la ley de los minerales iba siendo cada vez más inferior. Aunque en corta cantidad, también produjeron mineral argentífero *Diógenes*, *Mata Noche* y *Carolina*, que



Fot. 2.—Fábrica de beneficio de minerales de plata *La Constante*

Fot. J. Rojas

caducaron en el año siguiente, en que la producción de las anteriores fué algo mayor.

No fué mejor la situación de las minas en el siguiente año 1867, reduciéndose las principales labores de casi todas al arranque de algunas llaves y al beneficio de escombreras y rellenos, como se efectuó en *Santa Cecilia*. Alcanzaron *Suerte* y *Segunda Valenciana* una profundidad de 370 metros, habiéndose notado que el filón se bifurca en el décimotercero piso y que la metalización escasea a mayor profundidad. Llegó *Relámpago* a la de 403 metros y a poco menos *San Carlos* y *La Vascongada*.

En el mismo año, *Santa Catalina* y *Primera Valenciana* alcanzaban la profundidad de 390 metros y se hicieron investigaciones en el noveno y décimo piso encontrando el filón bien caracterizado pero con poco metal. La explotación tuvo lugar entre el octavo y noveno, habiéndose disfrutado también algunas llaves y macizos de los pisos superiores; *Fortuna* sólo produjo 61 quintales métricos de mineral y *Perla* y *Tempestad* llegaron a 306 metros, pero su explotación se redujo al arranque de algunas llaves en el cuarto y quinto piso.

A los 400 metros de profundidad, en algunas minas mejoró un poco la riqueza del filón rico en 1868. La mayor parte de la producción mineral argentífero en 1869 procedió del arranque de conchas y pequeñas lajas adheridas a la roca de los hastiales que quedaron en los pisos anteriores, de la explotación de los rellenos de esos mismos pisos que fueron ricos y de la rebusca en las escombreras antiguas. La pobreza del criadero y lo costoso de la explotación a las profundidades a que llegaron las labores, iban poniendo el distrito en estado deplorable. En ese mismo año se descubrió un ramal en la mina *San Carlos*, desviado del filón 34° SE. con buzamiento al Norte; las minas pertenecientes a la Sociedad inglesa *Bella Raquel*, o sean *Perla*, *Tempestad*, *Valenciana Primera* y *Santa Catalina*, aumentaron algún tanto la producción respecto a los años anteriores, pero la riqueza del mineral iba disminuyendo hasta el punto de bajar su ley media a 6,64 onzas por quintal en el año siguiente. Esto consistió no sólo en el menor espesor del criadero sino en la parcial sustitución de los minerales de plata por los de plomo y piritosos. *Unión* y *Verdad de los Artistas* representaron ese año una ley media de 9,27 onzas de plata por quintal métrico de mineral; fué de 12 en *Relámpago*, de seis en *San Carlos* y *Vascongada* y de tres en *Bonita Descuidada* y *Santa Cecilia*.

Sensible fué el descenso de la producción en 1871, año en que estuvieron paralizadas *San Carlos*, *Vascongada* y *Relámpago* y casi abandonadas *Bonita Descuidada*, *Segundo San Juan de la Cruz* y *Doctorado*. En dicho año y los sucesivos la Sociedad *Pureza* dueña de las investigaciones *San Guillermo* y otras, convertidas en registros, continuó sus trabajos con ahinco en busca del ramal del Sur a Levante de la falla.

La Vascongada y *San Carlos* aumentaron nuevamente su producción en 1873 y 74, debido a los esfuerzos de los operarios que trabajaron a destajo en la parte descubierta. Pero el vicioso sistema de *saca género*, reducido a arrancar los restos de minerales, tanto en las paredes de las excavaciones como en los rellenos, sin hacer labores de investigación, había de conducir forzosamente a la total decadencia en la producción.

En 1874 la mina *San Guillermo* encontró una vetilla de galena con algo de plata.

Desde 1870 a 1889 lánguida y pobre fué la marcha de los trabajos. En la mayoría de las minas citadas se hicieron investigaciones para llegar a encontrar una zona rica, sin obtener resultados positivos, parando al fin casi todas, y la producción de esa época, bien escasa por cierto, procede casi en su totalidad del arranque de algunas llaves y del beneficio de las escombreras y rellenos.

Al poco tiempo, Mr. Bontoux, célebre financiero francés desterrado de Francia después de una quiebra ruidosa, vino a refugiarse en Hiendelaencina, atraído por la riqueza de las escombreras, de las cuales, por si quería interesarse en la explotación, le habían llevado muestras (a las que no dió de momento importancia) en el brillante período de los éxitos financieros que precedieron a su ruina. En 1883 alquiló una casa en Hiendelaencina con nombre supuesto y comenzó por tratar de beneficiar las escombreras; pero éstas estaban ya cien veces rebuscadas y la media total que arrojaban no respondía a la de las magníficas muestras que le llevaron en un principio. Entonces adquirió a bajo precio las principales minas del grupo de *La Catalina* que comprende las tituladas *Santa Catalina*, *Tempestad*, *Pilarcita*, *Primera Valenciana*, *Segunda Valenciana*, *Suerte*, *Verdad de los Artistas*, etc. etc.

Decidido Bontoux a abandonar las minas que trabajaba por el pozo *La Catalina*, al encontrarse a 470 metros de profundidad dentro de una zona cuarcitosa muy dura y desconocida que dificultaba el trabajo, ocurrió que en un pocillo denominado actualmente *San Miguel* (porque en esos días aparecieron las primeras muestras) dió con una zona metalizada que le produjo más de 3.000.000 de pesetas durante unos siete años.

Al poco tiempo el Ingeniero de Bontoux, Laforet, trabajó con regular éxito el filón de la *Fuerza* y *Mala Noche* que había producido en el período anterior más de dos millones de pesetas en sus primeros niveles.

En 1889, animados por el éxito de Bontoux se asociaron el señor Styuck y los Ingenieros de Minas Sres. Gascue y Adaro, y en unión de varios amigos fundaron la Sociedad *La Reconquista* para desagüar y reconocer algunas labores situadas a Poniente de las minas de Bontoux y abandonadas por los ingleses de *La Bella Raquel* cuando éstos se marcharon del distrito. Dichas labores profundiza-

das hasta los 40 o 50 metros fueron trabajadas por *La Reconquista* durante seis años, llegando a la profundidad de 120 metros y fusionándose en 1894 con una sociedad francesa que tomando el nombre de *La Plata Roja* continuó los trabajos hasta 1897, que, con el concurso de capitales españoles se transformó en la Sociedad *La Plata* que al llegar con sus labores en el año 1903 a la misma profundidad a que llegó Bontoux en sus minas, arrancó mineral por valor de siete millones de pesetas en una extensión de filón de poco más de 300 metros.

Animada por el éxito de *La Plata*, consecuencia del de Bontoux y ambos a base de filón *rico*, en el año de 1905 se constituyó la Sociedad *San Carlos* y *La Vascongada* que después de emplear importantes sumas en instalaciones para extracción de minerales y desagüe tuvo que suspender los trabajos por haberse agotado su capital sin encontrar una metalización explotable.

En las cercanías del pueblecito de La Boderá, a Levante de Robledo de Corpes, existían desde el período de florecimiento del distrito contemporáneo de los ingleses, algunas labores sobre unos filones paralelos en dirección a los del sistema del filón *rico* de Hiendelaencina, si bien solamente en los primeros niveles, capaces de trabajarse a brazo. La Sociedad madrileña *El Faro* había instalado maquinaria sobre la cabeza de uno de ellos que presentaba riqueza desde sus primeros niveles, si bien más galenosa que la de Hiendelaencina, y después de arrancar bastante mineral, al llegar a profundidades por debajo de 100 metros que exigía ampliación de maquinaria paralizó sus labores, arrendando sus minas a la Sociedad *La Boderá* dueña en propiedad de todas las colindantes. Ésta continúa actualmente sus trabajos de profundización con objeto de encontrar los niveles cuarcitosos de las cercanías de los 300 metros.

En la misma época de los éxitos de Bontoux seguido del de *La Plata*, una Sociedad madrileña por dividendos pasivos trabajó varios filones distintos del *rico* en sus primeros niveles con mediano éxito, concentrando sus labores en las cercanías del pueblecito de Alcorlo donde extrajo algún mineral de rica ley en los primeros 100 metros, perdiendo la metalización al descender trabajosamente por falta de material adecuado.

Al propio tiempo dicha Sociedad y sus arrendatarios, trabajaron al otro lado de la falla de *La Vascongada* en los llanos de Robledo en busca de la continuación del filón *rico* sin encontrarla.

La mina *Tres Amigos*, enclavada en la continuación del filón de *La Fuerza* y *Mala Noche*, trabajó en sus primeros niveles debajo de unos cincuenta metros de acarreo que se tuvieron que atravesar desde la superficie, no consiguiendo en sus trabajos, que fueron reducidos, beneficios pecuniarios, a pesar de extraer algunas muestras muy ricas de cloruros y bromuros argentíferos.

El río Bornoba, al dejar Alcorlo para internarse en San Andrés del

Congosto en los llanos de La Toba, antes de desembocar al Henares, lame algunas galerías antiguas de cuya perforación no se tienen noticias. Sobre dichas galerías denominadas *cuevas* en el distrito, corrían fantásticas versiones que debieron impulsar al Ingeniero Señor Menéndez de Luarda, Profesor de Paleontología en la Escuela de Minas en 1864 a manifestar el proyecto de explorarlas. Este proyecto declarado por los Sres. Maffei y Rua Figueroa en sus *Apuntes para una Biblioteca Española referente a la minería*, impulsó a su vez al Sr. M. Ormaza a reconocerlas, encontrándose sólo con un anchurón al que concurren variedad de galerías radiales sin objeto mine-ro aparente.

Como es natural, durante los anteriores señalados períodos de florecimiento del distrito, los mineros de Hiendelaencina tantearon varias veces la explotación y beneficio de las cercanas minas auríferas de La Nava. Los primeros explotadores ilusionados con las pepitas auríferas que las bateas recogían, fracasaron en los procedimientos de lavado de los aluviones por la baja ley de éstos. Y en vista de ello se limitaron al beneficio de los filones cuarcíferos de las cercanías del río Sorbe, utilizando una compañía inglesa los saltos de este río para instalar toneles de amalgamación a los que hacía llegar el mineral por cables aéreos. No consiguieron obtener beneficio en la explotación porque la amalgamación rendía pequeña parte de la no considerable ley del cuarzo aurífero arrancado. Se atribuyó el fracaso a que el oro se presentaba en gran parte en pajillas casi invisibles flotantes por capilaridad.

Consecuencia de esto fué que el Sr. Moysi, propietario de las minas de La Nava en el período de florecimiento de *La Plata*, de las cuales era condueño, arrancó como ensayo industrial alrededor de 100 toneladas de los filones principales auríferos, que se beneficiaron en una pequeña fábrica de cianuración y electrolisis con este objeto montada en Hiendelaencina.

III

GEOGRAFÍA FÍSICA

La superficie comprendida por la Hoja de Hiendelaencina está limitada por la división hecha por el Instituto Geográfico y Estadístico para las de escala 1:50.000, correspondiendo 10' de meridiano por 20' de paralelo.

Limita al Norte por la Sierra del Alto Rey y el pueblo de Aldeanueva de Atienza; al Sur por San Andrés del Congosto y La Toba; al Este por Negredo, Angón y Cardenosa, y al Oeste por el río Sorbe y los términos de La Huerce y La Iruela.

Su relieve es notablemente acentuado por comprender la parte más accidentada de la provincia de Guadalajara que limita con la de Soria, siendo las alturas mayores las correspondientes a las sierras del Alto Rey y Loma del Reventón al Norte; las de la Sierra de La Bodera al Nordeste y las de la Sierra Gorda y Loma del Cedacero al Oeste, todas ellas constituídas por terreno Siluriano y alcanzando respectivamente las cotas de 1.848, 1.409 y 1.552 metros de nivel absoluto, aparte de otras elevaciones que derivando de aquéllas constituyen los cerros de la misma clase de terreno, denominados El Otero, con 1.356 metros y El Mojoncillo con 1.332, ambos en el término de Robledo de Corpes, los de Torrenegro en Pálmaces de Jadraque y Cabeza Redonda entre Alcorlo y Veguillas, que acusan cotas respectivamente de 1.110 y 1.126 metros.

Constituyendo la parte central y en forma de mesetas aparecen las tres zonas principales, entre otras menos importantes, que se conocen bajo el nombre de La Mesa del Pino, Los Brezales y la de los llanos de San Martín, teniendo sus diferentes alturas comprendidas entre los 1.000 y 1.400 metros.

Los 900 metros se acusan en las inmediaciones de Alcorlo y arroyo de Valdernaes en Pálmaces, y 1.500 en la vertiente meridional de la Sierra del Alto Rey.

Es decir, que dicho relieve corresponde a todas las graduaciones comprendidas entre diferencias de nivel de algo más de 1.000 metros con lo cual queda bien patente el accidentado relieve de que hemos hecho mérito al principio de esta descripción, teniendo presente la escasa extensión superficial que relativamente acusa la zona de terreno considerada.

Tratándose como ocurre, de una región montuosa y de alturas elevadas con relación al nivel del mar, el clima entra dentro de los considerados como fríos, existiendo temperaturas bajo cero superiores en determinadas épocas de invierno a 12 y 15 grados, siendo relativamente fresco en el verano. Las lluvias son escasas e irregulares como consecuencia en parte de la escasez de arbolado, conservándose las nieves en las sierras por lo general desde el mes de noviembre hasta el de marzo.

Vías de comunicación.—Como se deja indicado, éstas han estado hasta hace muy pocos años reducidas a simples y mal conservados caminos de herradura; pero actualmente existe comunicación por carretera con las estaciones de Jadraque y Espinosa de Henares, ambas del ferrocarril de Madrid a Barcelona, y consecuentemente con las carreteras principales de la provincia y generales de España y en la actualidad está en ejecución el trozo de Hiendelaencina a Atienza, todo lo cual facilitará grandemente las relaciones y comunicaciones con los demás pueblos de la provincia y fuera de ella.

Población.—Para lo que puede importar industrialmente la geografía de la región creemos conveniente enumerar las circunstancias que acompañan a los pueblos y lugares principales.

ALCORLO.—Terreno bajo y áspero, en una hondonada por donde pasa el río Bornoba. Producción escasa de cereales y legumbres. Miñano en 1826 le asigna 235 habitantes, Madoz en 1845, 161 y hoy tiene 278.

ANGÓN.—Sito entre dos cerros, produce bellota, cebada, trigo, centeno y avena y escasas legumbres por falta de riego. Tiene 235 habitantes.

ARROYO DE FRAGUAS.—Terreno accidentado; produce granos, centeno, patatas y cerezas y se cría ganado. Tiene 267 habitantes, aunque Madoz le señala 80 en 1845.

La BODERA.—Terreno accidentado, en las cercanías del río Cañamares. La población ha subido de 203 en 1845 a más de 400 a causa de las explotaciones mineras. Produce trigo, centeno, cebada y patatas.

BUSTARES.—Tiene 500 habitantes. Se halla en la falda del Alto Rey, su principal producción es centeno y patatas y cría algún ganado. Montes poblados de encinas y robles.

CONGOSTRINA.—Se encuentra en la falda de un cerro con una regular planicie al pie. Produce trigo, cebada y patatas principalmente y alguna fruta. 388 habitantes.

FRAGUAS.—Tiene 128 habitantes y se halla al pie del cerro Gordo. Produce granos, algún vino y algo de ganado lanar y cabrío.

GASCUEÑA.—Al pie de la Sierra del Alto Rey, terreno escabroso. Tiene 395 habitantes. Produce trigo principalmente, centeno, cebada, patatas, judías, ganado lanar y cabrío. Pasa por sus cercanías el río Bornoba.

HIENDELAENCINA.—1.788 habitantes. En sus cercanías pasa el río Bornoba. Produce cereales y legumbres. Centro minero.

LA HUERCE.—Se encuentra en las cercanías del río Sorbe. Tiene 212 habitantes y produce granos, leña, frutas y ganado.

NAHARROS.—110 habitantes. Produce poco trigo, cebada y centeno. Terreno accidentado en las cercanías del río Cañamares.

LA NAVA DE JADRAQUE.—272 habitantes. Al pie del Ocejón. Poco trigo, cebada y centeno; patatas y judías y algún ganado lanar y cabrío.

LAS NAVAS.—175 habitantes. Poco trigo, centeno y cebada, patatas y judías y algún ganado lanar y cabrío.

NEGREDO.—216 habitantes. Produce bellota, trigo, cebada, centeno y avena.

EL ORDIAL.—181 habitantes. Terreno elevado y escabroso. Produce poco trigo y cebada, bastante centeno, patatas y judías, algo ganado lanar y cabrío.

PÁLMACES.—350 habitantes. Se halla en un cerro al SO. del Alto Rey. Produce trigo, cebada, garbanzos, alubias y ganado. Buenos montes y pastos. No lejos del río Cañamares.

PINILLA DE JADRAQUE.—También llamado de las Monjas, porque entre el caserío existe un convento correspondiente a las Calatravas. A orillas del río Cañamares, produce cereales, legumbres y frutas. En sus cercanías canteras de piedras de molino de muy buena calidad.

ROBREDARCAS.—101 habitantes. Terreno frío y áspero. Poco trigo y cebada y poco ganado.

ROBLEDO DE CORPES.—512 habitantes. Al pie del cerro del Otero en una explanada en las cercanías del río Bornoba. Produce granos y hortalizas.

LA TOBA.—684 habitantes. Terreno llano. Produce granos, vinos y legumbres, bastante agricultura, cereales, legumbres y frutas.

SEMILLAS.—202 habitantes; produce legumbres y frutas, buenos pastos que crían variedad de ganado.

VILLARES DE JADRAQUE.—225 habitantes. Cerca de la Sierra del Alto Rey, terreno áspero y escabroso, poco trigo y cebada, principalmente cebada. En las proximidades del río Bornoba.

ZARZUELA DE JADRAQUE.—415 almas. Produce cereales, legumbres y buenos pastos, variedad de ganado. En las cercanías del río Bornoba.



Vista panorámica de Hiendelaencina

IV

TECTÓNICA

En este apartado conviene recordar lo dicho en el primero respecto a la limitación de nuestro estudio que imposibilita la referencia concreta a teorías generales aplicadas al caso. Sin embargo, recordaremos que todas vienen a reducirse en sus efectos generales a la formación de sinclinales y anticlinales de la corteza terrestre, o sea, sinuosoidales, ondulaciones del terreno. Las causas que ocasionaron estos plegamientos, su desarrollo y consecuencias, son todavía objeto de enconadas controversias.

En nuestro caso el efecto es claro y preciso; el pliegue del terreno, iniciado su levantamiento al Oeste y rematado al Este, está marcado y sin género de duda. Posteriormente, la erosión ha denudado la cabeza de este plegamiento en algunos sitios, dejando al descubierto el terreno inferior, y en otros, recubriendo lo denudado con terreno de acarreo. La existencia de brazos de mar en esta denudación resulta evidente en la cabeza de los filones recubiertos por el acarreo, donde se presenta la plata clorurada y bromurada. Allí donde la erosión ha dejado en descubierto el neis, los cloruros y bromuros desaparecen para ser sustituidos por los sulfuros. Este plegamiento se verificó con los consecuentes campos de fracturas, productores de sistemas filonianos.

Pero en la región estudiada se presenta una circunstancia importante que debemos tener en cuenta; la presencia de los asomos de dioritas y otras rocas eruptivas que ya conocidas en La Miñosa y Cañamares, últimamente precisadas en Prádena, ocasionan inevitablemente la sugestión de relacionar la producción del plegamiento con esa clase de rocas.

La antiquísima teoría que arrancando de Agrícola hacía suponer

los relieves del suelo, consecuencia del levantamiento de las rocas inferiores, fué substituída por la, al parecer, perfecta y satisfactoria que ha hecho depender (hasta nuestros días con Suess inclusive) los repliegues de corteza terrestre de las mismas causas que arrugan la envolvente de una manzana al secarse el núcleo de ésta, disminuyendo de volumen.

En realidad, todavía nada terminante y concreto se ha podido decir contra ella, pero dadas las enormes amplitudes de los plegamientos que en muchos casos, como en el nuestro, se marcan precisamente sobre asomos de rocas de origen interno, repugna intelectualmente desligar la influencia de éstas de la resultante dinámica que ocasionó el fenómeno. El esfuerzo tangencial es indudable, pero la completa eliminación de la influencia de las rocas volcánicas inferiores no nos convence.

Así sucede que últimamente se van presentando variedad de objeciones a la teoría corriente. Los recubrimientos de los Alpes, hoy día reconocidos en un espacio de 600 a 1.200 kilómetros, se hacen difíciles de considerar como consecuencia del fenómeno general que Suess denomina sencillamente *l'ecroulement terrestre*, según la página 823 del tomo I de la traducción francesa de Margerie y que define en la 112 del primer volumen de la traducción española de Novo. Varios geólogos modernos se han declarado contra la simplicidad de la contracción como teoría definitivamente explicativa de los fenómenos geológicos de la corteza terrestre, fundamentándose muchas de ellas en la moderna Geofísica y últimamente Kossmant ha tratado de demostrar que la formación de las grandes montañas requiere esfuerzos tangenciales de tal amplitud que resultan incompatibles con la teoría de la contracción. La hipótesis admitida generalmente según la cual la corteza terrestre no gravita como una bóveda, según se suponía, sino que flota sobre un magma plástico, imposibilita los enormes hundimientos últimamente reconocidos. Y en resumen, otras más recientes teorías, más bien que nuevas consecuencias de las viejas, se abren camino.

Sin pretender afirmar cosa alguna dogmáticamente, haremos observar que el estudio detenido del mapa geológico que acompaña esta Memoria, hace pensar en la teoría reciente de las traslaciones continentales, preconizada principalmente por Wegener y Kossmant.

Cuáles pudieron ser en su totalidad los movimientos traslaticios continentales que ocasionaron los repliegues de la zona que estudiamos, sería pretensión ridícula definirlos dada su limitación; pero los hechos que presenta en su reducida amplitud, parecen explicarlos.

Comenzaremos considerando los buzamientos del terreno; todos al Oeste en los extremos de la zona hacia Poniente, señalados en las cercanías de La Huerce, Umbralejos, El Ordial y La Nava de Jadraque. Lo mismo se observa en las de La Iruela, para con un tras-

torno accidental en La Cueva volver a señalarse en la misma disposición en Las Cabezadas y Zarzuela. El sentido del plegamiento se marca perfectamente. Pero al Sur de la zona, en Fraguas, donde se presentan terrenos más modernos, comienza a cambiar dirigiéndose su línea de máxima pendiente hacia el Sur para declararse francamente en tal sentido en las cercanías de Alcorlo y Congostrina. Por el Norte, la flecha indicadora del buzamiento, según se avanza en la zona al Este, va girando para señalar francas inclinaciones al Norte en la Sierra del Alto Rey y en Gascueña, pasando al Este en toda la región de Levante por encima de Robledo de Corpes hasta La Bodera. Estudiados en conjunto estos buzamientos observaremos que no se trata de uno de tantos simples sinclinales o anticlinales, sino a manera de un movimiento envolvente del terreno al replegarse rodeando la región central. No se trata del usual repliegue análogo al producido por una alfombra al someterla a un esfuerzo de deslizamiento equivalente al esfuerzo tangencial de la teoría antigua. En casos tales, la dirección y buzamiento es la misma en todo el repliegue. En el que tratamos, la dirección y buzamiento del plegamiento envuelve la zona central donde asoman las rocas de origen interno, cambiando de dirección y buzamiento como si tratara de rodearlo. En la teoría de la simple contracción se hace difícil explicar este plegamiento curvilíneo en tan pequeño espacio. Si se supone toda la masa general sometida a un movimiento de traslación, se alcanza a vislumbrar que al encontrarse con los asomos de esas clases de rocas, raíces fijas y resistentes en la profundidad del subsuelo, el avance de traslación produjo los plegamientos o arrugas envolventes alrededor del jalón inmovible que las rocas inferiores presentan. Si así no sucede, la resultante es la misma: iniciado el levantamiento al Oeste de La Nava, recubrió al elevarse la zona central de Hiendelaencina, rodeándola parcialmente al Este, produciendo las grietas filonianas que juntamente con las de La Nava y La Bodera estudiaremos más adelante.

ESTRATIGRAFÍA

Figuran en la Hoja n.º 460, Hiendelaencina, seis formaciones geológicas:

Estrato-cristalino
Siluriano
Triásico
Cretáceo
Paleogeno
Pleistoceno

Estrato-cristalino.—Queda representado por dos zonas o regiones superficialmente aisladas entre sí pero indudablemente enlazadas por debajo de los estratos silurianos y terreno de acarreo; una que podemos denominar región de Hiendelaencina que se extiende por este pueblo, Alcorlo, Zarzuela, Las Navas, Bustares, Gascuña y Villares de Jadraque, y otra desplazada hacia Levante que aparece en La Boderá, y espaciándose hacia el Sur y el Este, se aproxima al pueblo de Angón y sigue a la derecha de Rebollosa. Otros asomos se manifiestan por donde discurren los arroyos de los Gavilanes, del Rizuelo, etc., que aunque insignificantes tienen importancia como confirmación del enlace infrayacente que hemos advertido.

De los tres pisos o tramos que generalmente se le asignan al sistema, sólo se manifiesta bien definida, lo mismo en una que en otra zona, el inferior compuesto en su casi totalidad por el Neis porfiróide que pasa a ser amigdalóide o glandular en el que se encuentran engastados multitud de nódulos feldespáticos, muchos de ellos del tamaño de huevos de gallina, con algunos de cuarzo. Estas clases de Neis que constituyen zonas de terrenos de grandes espesores, alterna

con otras en las que dichos elementos aparecen reemplazados, si no en su totalidad, en una gran parte, por la mica en sus dos variedades clásicas, las cuales asignándolas una textura marcadamente pizarreña en algunos puntos, las convierte en verdaderas micacitas.

Tal ocurre en las proximidades de Congostrina, al Norte de Hiendelaencina, en las inmediaciones de Alcorlo y por la parte de Gascueña del Bornoba. Ninguna de dichas zonas revela preferencia para horizonte litológico alguno dentro de las regiones consideradas; por el contrario, alternan en términos que se manifiestan indistintamente en las proximidades de Gascueña que es uno de los horizontes más altos, al propio tiempo que en Hiendelaencina y Alcorlo donde se acusan los niveles medio y bajo respectivamente; únicamente se marca una tendencia a la desaparición de la textura pizarreña y a la presencia frecuente de la porfiroide en las labores de las minas, sobre todo cuando se trasponen los primeros niveles, o sea, a partir de los 100 metros aproximadamente de la superficie.

Teniendo presente esa textura más o menos pizarreña que siempre se presenta en mayor o menor intensidad (fotografías 3, 4 y 5) sea cualquiera la variedad del Neis que consideramos, se puede fijar la orientación de las diferentes capas del terreno como si se tratara de una roca francamente estratificada o sedimentaria, y por este sistema hemos fijado en el plano sus direcciones y orientaciones que varían dentro de los cuatro cuadrantes; dato que se ha visto es de interés al tratar de la tectónica. No vemos, pues, bien definidos los tres horizontes del Estrato-cristalino que, según el Sr. Fernández Navarro, pueden reconocerse en la parte NO. de la provincia de Guadalajara (1), y que el Sr. Macpherson admite en el arcaico español, aunque no para todas las regiones (2).

A lo sumo, además del tramo inferior representado por el neis porfiroide y el amigdaloido, pudiera estar representado el tramo medio por el neis micáceo y las micacitas.

Sistema Siluriano.—Debe considerarse como base de esta formación el potente banco de cuarcitas que alcanza espesores no menores de 60 metros y se desarrolla formando la Sierra de La Bodera, los cerros del Castellar, el Otero y otros del término de Robledo de Corpes en esta parte oriental; del mismo modo que en la occidental constituye los de Cabeza Redonda en Alcorlo, Castillar de Santotis, Robredarcas, Las Cabezadas y El Ordial; pasa por las Sierras del Alto Rey, entrando en el término de Gascueña y se une después de atravesar el

(1) Observaciones sobre el terreno arcaico de la provincia de Guadalajara, por D. Lucas Fernández Navarro. «Anales Soc. Esp. de Hist. Nat.», tomo XXIX, pág. 95, año 1899.

(2) Sucesión estratigráfica de los terrenos arcaicos en España por el Sr. Macpherson. «Anales Soc. Esp. de Hist. Nat.», tomo XII, año 1883.



Fot. J. Royo

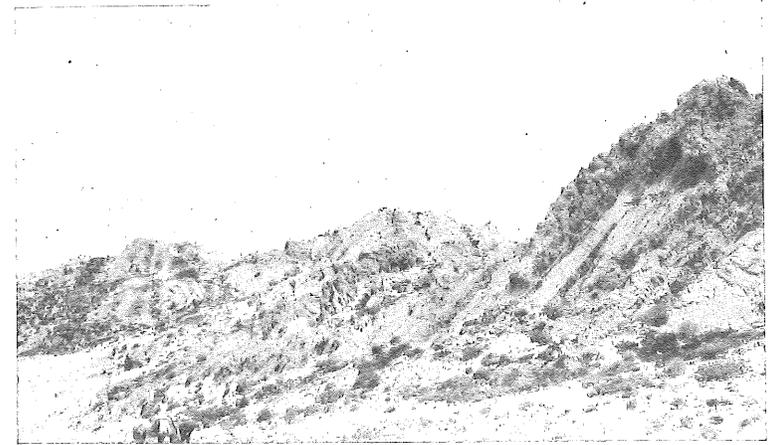
Fot. 3.—Arroyo Demóstenes pasando a través del neis. Alcorlo



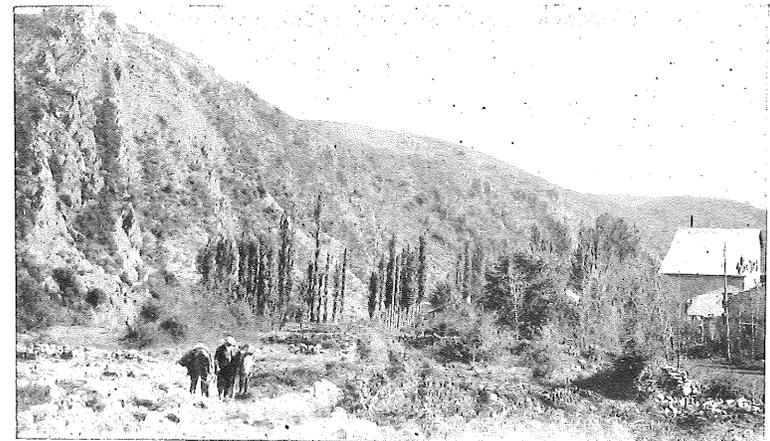
Fot. 4.—Cerros neísicos y río Bornoba en Alcorlo *Fot. J. Royo*



Fot. 5.—Mina «San José» sobre el Neis. La Bodera. Al fondo el cerro El Castellar de cuarcita siluriana



Fot. 6.—Cerro de El Sol en La Nava de Jadraque



Fot. 7.—Fábrica *La Esperanza* en el río Sorbe



Fot. 8.—Loma entre El Ordial y La Huerce



Fot. 9.—La Huerce

río Bornoba en las proximidades de la fábrica La Constante, con los cerros del mencionado término de Robledo de Corpes.

Superpuesto a este gran espesor de cuarcitas se manifiesta otra zona que en algunos sitios, como entre Las Cabezadas y Semillas, tiene también espesor notable, comprendiendo bancos alternantes de cuarcita y pizarra, teñidas de oxidaciones ferruginosas de aspecto arcilloso y, sobre todo, convertidos muchos de los bancos cuarcitosos en verdaderas areniscas silíceas en las que se han recogido la *cruciana* Goldfussi y otras que caracterizan el tramo inferior.

Formando la parte superior de esta zona se repiten las de los bancos de areniscas y cuarcitas mencionados; a estos corresponde (según acreditan de manera indudable las direcciones de los mismos) la región de La Nava de Jadraque conocida de antiguo por sus yacimientos auríferos.

Sobre el horizonte o nivel geológico de estas alteradas cuarcitas descansa una extensa zona marcadamente pizarrosa de colores distintos, entre los que aparece el azulado verdoso dentro de todos sus grados predominando las de color obscuro, casi negro, debido a las materias carbonosas que encierran. Aparece esta zona manifestando una gran concordancia en sus dos ramas, tanto en la oriental como en la occidental. La oriental forma los cerros de La Rodada, del término de Atienza, Cuesta Gorda y Mojoncillo, en el de Robledo y la falda también oriental de la Sierra de La Bodera; así como en el extremo occidental de la Hoja queda determinada la otra por la Sierra Gorda, Loma de Cedacero, El Cerrajo y doblando por el barranco de Matallana atraviesa el Sorbe, continúa por la vertiente del Ocejón hasta los pueblos de Umbralejo y La Huerce. Después de este horizonte de pizarras se repiten las alternancias de cuarcitas y pizarras; éstas de tonos más claros. De las primeras hemos recogido también diferentes ejemplares de *crucianas* entre los pueblos de La Iruela y La Cueva, así como entre éste y Fraguas.

Las inclinaciones de los bancos son variables, pero desde luego bastante acentuadas en la zona Suroeste de la Hoja, incluso en La Nava de Jadraque, según se aprecia por las fotografías números 6 y 7, tomada la primera en el cerro El Sol, de La Nava, y la segunda en el río Sorbe, en la fábrica de minerales La Esperanza. Después de esta región, aparecen los bancos con inclinaciones no mayores de 10 y hasta de cinco grados con el horizonte (fotografías 8 y 9).

Sus respectivas direcciones son, en términos generales, de N. NO. a S. SE. con buzamiento al SO. en la parte occidental, doblando hacia Levante por el lado N. para quedar en la oriental con dirección Noroeste y buzamiento al Noreste.

Por lo tanto, partiendo del hecho de que se manifiesta el terreno dentro de la superficie comprendida por esta Hoja, como un denudado pliegue anticlinal cuyo eje teórico está determinado por una línea trazada desde el Alto Rey hasta Pinilla de Jadraque pasando

por Hiendelaencina, se aprecian perfectamente sus dos correspondientes ramas a uno y otro lado de dicha línea y en ellas se manifiestan también claramente la simétrica disposición de sus bancos respectivos. (Veáse la Hoja de cortes geológicos).

Siguiendo, pues, a derecha e izquierda de la expresada línea, lo que equivale a decir geológicamente en sentido ascendente, se encuentra primeramente el potente banco de cuarcita dura y compacta que apoyándose sobre el Neis forma la base del tramo considerado.

Sobre el mismo se apoya una zona de espesor variable, pero importante a veces como ocurre entre Las Cabezadas y Semillas, compuesta de pequeños bancos de cuarcitas transformada en determinados sitios en arenisca y pizarras de colores claros.

A continuación y con espesores que no bajan frecuentemente de 100 metros se manifiesta la pizarra tegular de color negro subido y a ésta sigue inmediatamente una nueva serie de bancos alternantes de cuarcita y pizarra.

En las cuarcitas de la base, ni en las pizarras tegulares carbonosas hemos podido encontrar, a pesar de haberlas examinado con mucha atención, fósil apreciable de ninguna clase; pero en los dos horizontes de cuarcitas y pizarras alternantes que forman, digámoslo así, el muro y techo de las pizarras negras, es donde se aprecian con abundancia las *crucianas* que caracterizan el tramo.

Parece natural que existiendo como existe concordancia y regularidad de estratificación, como se aprecia en el corte NE. SO. de la citada Hoja, y estando dicha pizarra carbonosa comprendida entre los dos horizontes de *crucianas* referidos, no hay duda en considerarla como correspondiente al mismo tramo.

El hecho de haber encontrado el Sr. Palacios en las pizarras de la Miñosa el *Monograptus priodon* y el *M. Nilssoni* pudiera tener explicación en que ese pueblo está precisamente en el nivel geológico más alto del tramo, o sea, el *Gollandiense*, que ha desaparecido; por lo menos no hay por ahora señales de él en la región que estudiamos.

Sistema triásico.—En esta formación queda comprendida la faja triásica que se desarrolla en anchuras variables, inadvertida debajo del Diluvial antiguo en el camino de Hiendelaencina y Pinilla de Jadraque y en el kilómetro 18 de la carretera de Cogolludo, pasando por Alcorlo, Congostrina y Pálmaces hasta Angón.

Forman la base del sistema, conglomerados y areniscas rojas de gruesos cantos de cuarzo y cuarcita trabados por un cemento siliceo-arcilloso. El tramo medio está ocupado por arcillas y margas. Las areniscas de colores claros se encuentran en la parte superior en contacto con el primer banco de caliza cretácea. Sin embargo, suele aparecer también algunas veces en la parte alta la arenisca roja.

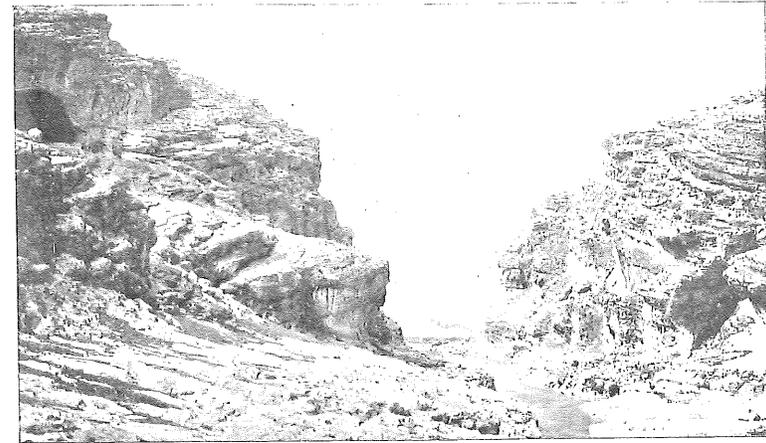
La dirección de los bancos triásicos es de Levante a Poniente con



Fot. 10.—Contacto del Neis con los conglomerados triásicos en la mina *El Niño*, de Congostrina



Fot. 11.—Contacto de las areniscas triásicas con la cuarcita siluriana en el camino de Hiendelaencina a Atienza. Entrada de la Bragadera



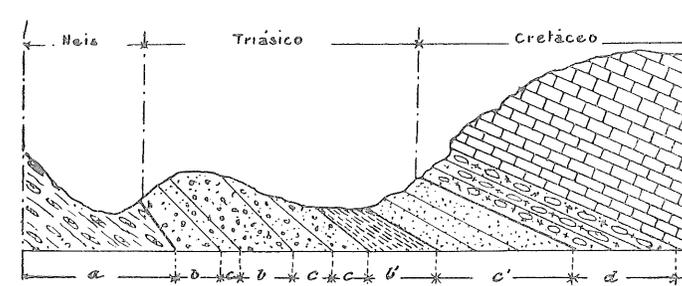
Fot. 12.—Paso del Bornoba a través del Cretáceo en El Congosto de Alcorlo. Al fondo el pueblo sobre el Neis



Fot. 13.—Zona superior del Cretáceo a la salida del Bornoba en San Andrés del Congosto

algunos grados al Norte y Sur respectivamente; sus inclinaciones muy variables, muy fuertes unas veces y otras aproximándose a la horizontal, como se ve en las inmediaciones de la mina «El Niño» y en el camino que conduce desde Congostrina a Alcorlo, pero ordinariamente acusan unos 20 grados con el horizonte.

CORTE TRANSVERSAL EN LAS PROXIMIDADES DE LA MINA
«EL NIÑO». CONGOSTRINA



a, neis; b, conglomerados; b', arcillas y margas; c, arenisca basta; c', arenisca fina de tonos claros; d, banco fosilífero de caliza, margo-arcilloso; e, caliza compacta con *rudistas*

La fotografía n.º 10 es la del contacto de los bancos de conglomerados de este tramo con el neis en las inmediaciones de esa mina, y la n.º 11 el contacto con las cuarcitas silurianas a la entrada de la Bragadera, de Atienza.

Los Sres. Castel y Palacios consideran estos conglomerados y areniscas rojas de las inmediaciones de Congostrina y Alcorlo como pertenecientes al sistema Cretáceo, pero la clara y precisa correspondencia estratigráfica que dichos bancos acusan con sus análogas de Pálmaces y los de la región septentrional de la Sierra del Alto Rey en las inmediaciones de Condemios, Albendiego, Ujados, etc. que los mismos señores consideran como triásicos, unido a que ya en la última edición del Mapa Geológico de España aparece la correspondiente rectificación en el mismo sentido, hace que sean por nuestra parte incluídos en esta última formación.

Cretáceo.—Este terreno sigue la misma marcha que el anterior sobre el que descansa en posición ligeramente discordante. Se manifiesta, como el Triás, en dos zonas; una de gran extensión que empezando en los cerros de la Calera y Valdearenales, de los términos de San Andrés del Congosto y Alcorlo donde se abre paso el río Bornoba (fotografías 12 y 13), sigue por el Sur de Congostrina y Pálmaces de Jadraque entre los que se desliza el río Cañamares, hasta entrar en el término de Angón; la otra, de menor importancia, en las proximidades de Fraguas queda unida a la primera por el

término de Veguillas y se extiende por los de Monasterio y Jocar hasta Tamajón.

Las rocas componentes de este tramo son, en términos generales:

1.º Un banco de calizas margo-arcillosas con alguna capa sabulosa que forma la base, descansando sobre las areniscas superiores del Triás, muy fosilífero y poco coherente que tiene unos tres, cuatro y hasta 6 metros de espesor en casi toda su corrida desde Fraguas a Angón, pero muy especialmente en la parte comprendida entre los ríos Bornoba y Cañamares.

2.º Otro de mayor potencia, hasta de unos 60 metros (fotografía número 14), de caliza compacta y arenas calcáreas, poco silíceas y muy consistente que se hace cavernosa en los niveles más altos, conteniendo *rudistas* no muy abundantes.

En algunos puntos, como en las inmediaciones de La Toba y en el término de Pinilla, estos últimos bancos acusan una fuerte inclinación, llegando hasta la vertical, según representa la fotografía 15, tomada sobre la margen izquierda del río Cañamares, al Norte de Pinilla en el contacto precisamente de dicho terreno con el Terciario.

Del estudio de los fósiles que se han recogido en las diferentes excursiones, cuya lista figura en el apartado VI, «Paleontología», se ha llegado a la conclusión de que el horizonte inferior margoso, por su fauna debe ser clasificado claramente como *Cenomanense*, pudiendo, quizás, considerarse la parte más superior como un tránsito al *Turonense*.

El horizonte calizo superior puede corresponder también a este último tramo y en parte al *Senonense*.

Paleogeno.—Esta formación, que ocupa poca extensión, se desarrolla comprendiendo pequeña parte de los términos de La Toba, Pinilla de Jadraque, Torremocha y Negredo.

Las rocas que en la parte recorrida aparecen, son *gonfolitas* de cantos calizos rodados, muy variables en su tamaño, hasta de diez centímetros de espesor, cimentados por una caliza arcillosa con pequeños granos de cuarzo, fuertemente inclinadas y concordantes en su contacto con las rocas cretáceas en las proximidades de La Toba y Pinilla, disminuyendo su inclinación a medida que se van acercando hacia el interior de la cuenca terciaria lacustre a que pertenecen.

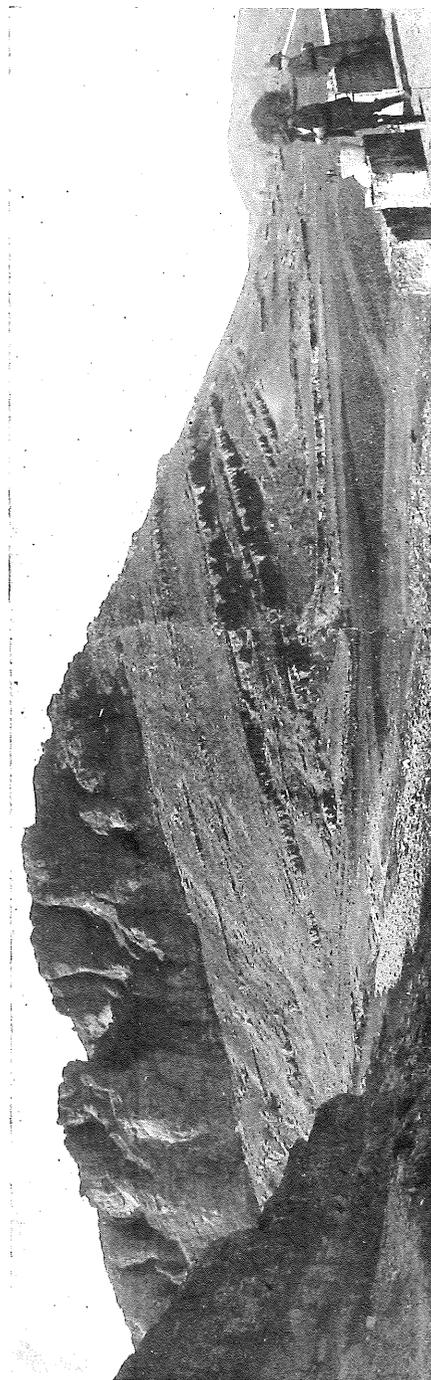
La dirección media de los bancos es, con ligerísimas variaciones, de NE. a SO.

También se presentan algunos yesos que ordinariamente se observan en los cortes del terreno en los ríos Bornoba y Cañamares.

Hasta ahora se han considerado dichos conglomerados o *gonfolitas* que forman la base dentro de la de la serie terciaria y que se apoyan en las calizas superiores del Cretáceo, como miocenas, aunque ya los señores Prado, Vilanova y Cortázar en sus respectivas Memorias de

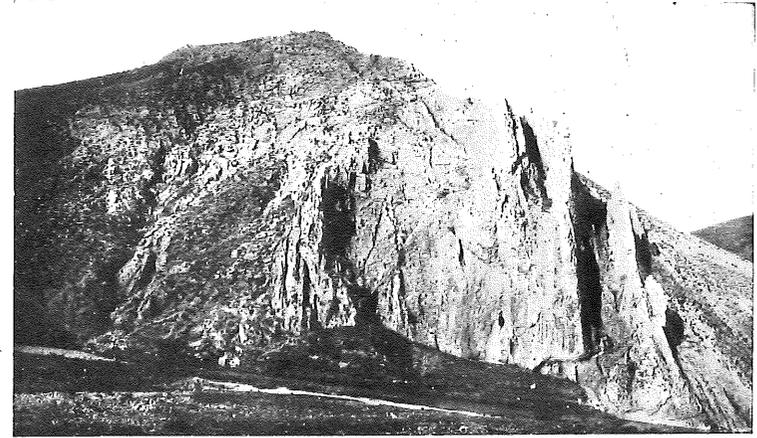
HIENDELAENCINA

HOJA N.º 460

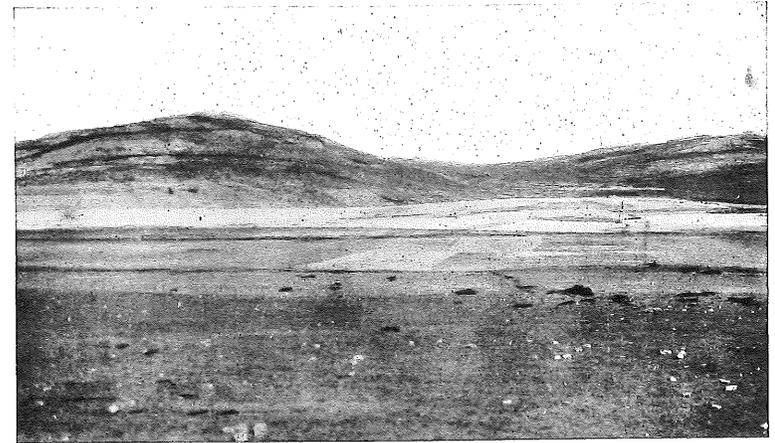


Fot. J. Rojas

Fot. 14.—El Cretáceo a la entrada del Congosto de Alcorlo



Fot. 15.—Contacto del Cretáceo con el Terciario en Pinilla de Jadraque, margen izquierda del río Cañamares



Fot. 16.—Del aluvial aurífero de la zona Norte de La Nava de Jdraque (Guadalajara). Al fondo el cerro del Sol (izquierda) y el inmediato el Moroquero (derecha) ambos de cuarcitas

Madrid, Teruel y Cuenca se inclinan a pensar y las aceptan como eocenas.

El Sr. Castel, vistas las razones que tan distinguidos geólogos exponen, aceptan la existencia del período Eoceno en la provincia de Guadalajara, pero limitándole a algunos puntos del contacto con el Cretáceo.

Si a esto se une lo que el Sr. Royo y Gómez dice en su trabajo titulado «Estudio acerca del Terciario lacustre en la cuenca alta del Tajo», que también considera estos conglomerados de la base del Terciario como paleogenos, fundándose en la discordancia angular que ofrecen con las capas *poulienses* y *sarmatienses*; lo que se dice por el mismo geólogo y por el Sr. Menéndez Puget en «La descripción geológica de la Hoja de Alcalá de Henares, n.º 560», y lo que ha puesto a la vista el sondeo que en esta población se ha hecho, donde se encontraron abundantes faunas eocenas y oligocenas; fundándonos en todo ello, hemos representado como Paleogeno, probablemente Eoceno, la escasa extensión de los terrenos terciarios en esta Hoja, que por otra parte, han de ser objeto de detenido estudio, tanto en su composición petrográfica como en accidentes tectónicos, cuando se haga la de Jadraque en la que ocupa extraordinario desarrollo.

Pleistoceno.—Como correspondiente a esta formación consideramos todas las manchas de materiales de acarreo señaladas en el Mapa, aunque bien podemos asegurar que todos son derrubios de los antiguos y actuales cerros silurianos que dejamos descritos en párrafos anteriores y del terreno néisico subyacente en muchos lugares.

Las más importantes corresponden a las regiones de Hiendelaencina, Gascuña y Bustares, en el paraje llamado de Las Mesas.

La composición de los materiales que los forman son en general cantos redondeados de cuarcita de tamaños variables, desde el considerado como arenas hasta el de grava gruesa, alcanzando diámetros de 10, 15 y 20 centímetros, cimentados por una materia arcillosa. Algunas veces estos materiales de acarreo suelen contener materias ferruginosas que unidas al expresado cemento hacen una trabazón tal que constituyen verdaderos bancos de pudingas y conglomerados brechosos que se manifiestan en la base en las inmediaciones de Veguillas, Robredarcas, Semillas y La Nava de Jadraque.

Tanto una como otra forma, en las zonas próximas a la región de cuarcitas y areniscas auríferas, presentan contenido aurífero, como ocurre en la meseta que señalamos en la parte comprendida entre La Nava de Jadraque y arroyo de Fraguas (fot. 16). Queda patente el hecho de considerarlos como restos de los derrubios, lentos o violentos, pero siempre de los próximos cerros puesto que sus materiales son los mismos.

Por todo ello estimamos que se trata de un *diluvium* local antiguo producido en la primera época de la edad cuaternaria.

PETROGRAFÍA Y MINERALOGÍA

Petrografía

En la «Descripción física y geológica de la provincia de Guadalajara», el Sr. Castel hace un estudio muy detallado de las rocas que integran los terrenos geológicos de ella. Observador minucioso y competente, poco se puede añadir a lo que él escribió, y a ese trabajo debe acudir quien desee conocer detalles locales, dada la limitada extensión que ha de tener esta «Memoria» y los fines a que está destinada. Por nuestra parte sólo hemos de hacer el resumen de la petrografía de los terrenos en su mapa representados, poniendo de relieve lo que estimamos que es más fundamental y de mayor interés como resultado de nuestras excursiones.

Estrato-cristalino.—Neis. La roca principal del sistema es el neis, constituido por feldespato ortosa y mica como elementos esenciales.

Pero su composición mineralógica varía mucho según los elementos accesorios asociados, como son el cuarzo, la cordierita, variedades de plagioclasas y de mica, granates, otrelita, etc.

El feldespato ortosa es blanco o gris, pero se tiene de colores rosáceo y amarillento. Las maclas de Carlsbad se ven en los cristales más o menos perfectos empastados en la masa fundamental. La naturaleza de la mica varía mucho de un lugar a otro, aun en un mismo paraje. La variedad más frecuente es la biotita parda o negra. Menos frecuente es la muscovita blanca plateada, gris y amarilla de oro.

Tanto los feldespatos como las micas se descomponen fácilmente por la acción de los agentes exteriores, proporcionando entre unos y otros elementos descompuestos, una parte importante de las tierras laborables.

Las masas de neis están perfectamente estratificadas con fuertes inclinaciones que demuestran las presiones a que estuvieron sometidas.

Neis porfiroide. Es el que domina y su aspecto porfídico es debido al tamaño de los cristales de cuarzo y de feldespato blanco empotrados en la masa general que al tomar formas redondeadas, ovals o alargadas constituyen más bien la variedad amigdaloides.

En esta clase está incluido el neis cordierítico del que con mucho detalle se ocupa D. Lucas Fernández Navarro en el apartado «Petrografía» de sus «Observaciones sobre el terreno arcaico de Guadalajara» (1). La microfotografía adjunta hecha por el Sr. Rubio (E.) en el Laboratorio del INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, representa un neis cordierítico que recogimos en las inmediaciones de la fábrica *La Constante*.

Se encuentra esta roca en los términos de Alcorlo y Congostrina y ocupa toda la faja que se extiende al N. del manchón central entre La Nava de Jadraque, Bustares, Gascueña y *La Constante*.

En todas las variedades puede distinguirse la pasta fundamental sobre la cual se destacan grandes cristales feldespáticos, paquetes de laminillas de mica y las cordieritas de tamaños variables, desde el granular sólo perceptible con la lente, hasta cristales de un centímetro de longitud, sin presentar nunca la menor señal de alteración.

A simple vista pueden establecerse distintas variedades por los tamaños de las cordieritas, de los feldespatos destacados y por sus colores grisáceos, rojizos y azulados.

La masa general está formada, en la mayor parte de los casos, por cuarzo granulítico y biotita, sin que deje de percibirse en ella algunas veces gránulos feldespáticos referibles al ortosa y láminas poco abundantes de muscovita.

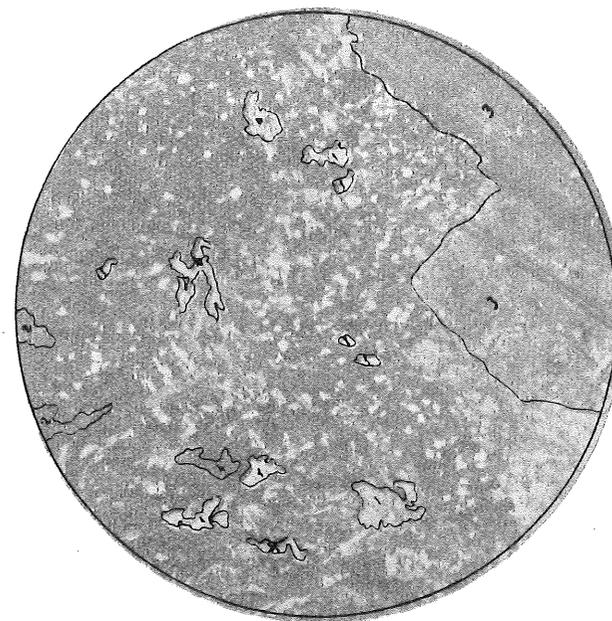
Las micas son por lo general magnesianas que dan lugar frecuentemente a productos ferríferos y cloríticos abundantes.

Los grandes cristales son de feldespato ortosa, plagioclasas, éstos mucho menos abundantes, de tamaño considerable, muy alterados y penetrados por la masa granulítica y las micas.

Neis amigdaloides o glandular. Se encuentra en Hiendelaencina, La Bodera, Zarzuela, etc. y está constituido por una pasta fundamental estratificada, formada casi exclusivamente de cuarzo granulítico y biotita que se descompone fácilmente y que se ofrece en bandas de laminillas irregulares.

En la pasta van empastados nódulos elipsoidales, amigdalas o glándulas de feldespato ortosa en los que se reconoce con facilidad la macla de Carlsbad; le acompañan a veces, pequeñas laminillas de mica.

El tamaño de los nódulos varía de 5 a 50 milímetros; más resistentes que los demás componentes de la roca a la acción destructora de los agentes externos, sobresalen a modo de verrugas, excrecencias



Neis cordierítico de las inmediaciones de la fábrica *La Constante*, Hiendelaencina.

1. Cuarzo.—2. Biotita.—3. Oligoclasa.—4. Cordierita. *Fot. E. Rubio*

(1) «Bol. Anal. Soc. Esp. de Hist. Nat.», tomo XXIX, pág. 95. Año 1900.

o glándulas, o bien quedan sueltos; por su forma particular las denominan en el país, «relojes».

Neis micáceos, pizarras micáceas y micacitas. Todas esas denominaciones, por lo que se refiere a nuestra Hoja, las incluimos en un solo grupo pues en la mayoría de las veces, es difícil referir una roca a un tipo determinado, por presentar caracteres intermedios de unas y de otras, y con razón dice Castel que en el hecho de ser incluidas en el uno o en el otro grupo, interviene la apreciación individual del que las estudia.

Son, pues, rocas que además de estar constituídas por la mica en sus dos variedades típicas y el cuarzo, ofrecen poco o ningún feldespato y afectan una forma claramente hojosa además de la estratificada.

Según el elemento que domine así se aproxima la roca a uno de los tipos indicados y no tienen en el sistema la importancia de los neis.

Las pizarras de otrelita, de estaurotita, de que se ocupa el Sr. Calderón y las llamadas granatíferas, no son sino capas de micacitas en las que se han individualizado, destacándose de la masa por su tamaño, los cristales de aquellos minerales.

Muestras de neis entregadas a los Sres. Rubio (E.) y Meseguer (J.) para su estudio en el Laboratorio de Petrografía del «INSTITUTO GEO-LÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA», ha facilitado lo siguiente:

Neis de las proximidades del contacto con el Siluriano en la parte Norte de Hiendelaencina. Es un neis amigdaloides de color pardo claro que ofrece esencialmente los elementos mineralógicos integrantes del granito, del cual se diferencia tan sólo por la estructura hojosa debida al paralelismo de las diversas especies.

A simple vista se advierte la presencia de numerosos nódulos de ortosa, cuyo tamaño, análogo al de los guisantes, les hace destacar perfectamente.

En láminas delgadas se percibe la estructura citada, asimilable a una foliación en pequeña escala, indicio de haber quedado la roca sometida a presiones que produjeron la orientación de los elementos, según una dirección paralela a la resultante de los esfuerzos.

La ortosa de color claro se presenta en abundancia determinando granos más o menos redondeados, con algunas fisuras. El cuarzo, mucho más escaso, no ofrece tampoco cristales idiomorfos, sino pequeños granos como incluidos en el feldespato, dando lugar en cierto modo a una textura poecilítica.

La biotita aparece muy alterada, habiéndose transformado casi completamente en materia clorítica verdosa, hematites y magnetita negra y opaca.

Neis de La Bodega. Ofrece también estructura hojosa, aunque menos desarrollada que el anterior. Tiene color blanco agrisado y brillo muy intenso, debido a la presencia de laminillas numerosas de mica blanca.

En el microscopio se observa que el feldespato predominante es monoclinico (ortosa), pero la roca contiene también plagioclasa (albita) y quizá algún feldespato mixto.

Existe cuarzo, aunque es un elemento poco abundante. La asociación del cuarzo con los feldspatos se efectúa según el modo granular, habiéndose yuxtapuesto los individuos redondeados sin que ninguno de ellos aparezca idiomorfo.

La muscovita se presenta, en general, determinando láminas alargadas e incoloras y la biotita ha quedado transformada casi totalmente en clorita y óxidos de hierro.

Como elementos accesorios se advierten, por último, el apatito en pequeños cristales prismáticos o redondeados y la turmalina de color verde que se presenta formando agujas radiadas.

Neis metamórfico del contacto con la cuarcita siluriana de Alcorlo. La preparación correspondiente a una muestra tomada en la superficie del terreno, es un neis muy alterado en el que se distinguen pequeños granos de feldespato ortosa entre kaolín muy abundante.

Como mineral accesorio aparece el apatito y como especies secundarias, la clorita, la magnetita y la hematites, procedentes de la transformación de la biotita.

Neis del contacto con el Siluriano en Naharros y La Boderá. Posee color gris pardusco, estructura hojosa y en secciones delgadas aparece la ortosa formando grandes cristales idiomorfos y sencillos que encierran inclusiones de apatito. Algunos se hallan epigenizados en muscovita mientras otros se han kaolinizado casi completamente.

Existen, asimismo, pajuelas incoloras de muscovita, biotita bien conservada, polieroica y derivada, probablemente de ella, una pequeña cantidad de clorita.

Neis cuarcífero del nivel 400 metros de la mina «Segunda Santa Cecilia». Presenta coloración grisácea y estructura más o menos hojosa. En el microscopio se observa la ortosa en cristales con formas propias, a veces maclados según la ley de Carlsbad. Tales individuos suelen estar más o menos kaolinizados y en ciertos casos transformados en muscovita por epigénesis. Encierra, asimismo, algún cuarzo, biotita parda con acusado policroismo y muscovita incolora.

Como elemento accesorio aparece el apatito y secundario la magnetita.

Neis superficial; dos variedades típicas de la zona de Hiendelaencina. Cuenta como los anteriores con estructura hojosa y posee color pardo grisáceo.

Al microscopio los cristales de ortosa, muy numerosos, aparecen con inclusiones de apatito, en general kaolinizados y epigenizados; se observan el cuarzo, siquiera sea escaso, y la muscovita con sus caracteres ordinarios; como especie accesoría el apatito y como secundaria la clorita por alteración de la biotita.

Siluriano.—Las rocas más importantes son las pizarras y las cuarcitas, dominando las primeras. Siguen las areniscas, el cuarzo y algunas brechas ferruginosas.

Pizarras. Son todas más o menos arcillosas y en particular las de colores más claros que alternan con los bancos inferiores de cuarcitas. Las hay carbonosas, cuarzosas, micáceas, etc. según el elemento mineralógico asociado a la arcilla, que le da diversos aspectos en su colorido y textura.

Dominan las carbonosas que ocupan siempre el horizonte más elevado, aunque no dejan de verse también en la parte baja.

Forman cerros y aun montañas enteras, y según la proporción de carbón que contienen, varía su color hasta llegar al negro; desde las que son ligeramente carbonosas de textura fibroso-laminar, hasta la pizarra ampelítica algo untuosa al tacto que utilizan en el país como lapiceros que fueron objeto de explotación en el término de la Miñosa, cerca del río Cañamares.

En las de colores más claros se acentúa la estructura fibrosa y su fractura es astillosa.

De este tipo carbonoso más claro son las de los cerros de Cuesta Gorda, El Recuenco, loma del Cedacero, etc.

Filadios de aspecto cristalino, brillantes, de color verdoso y brillo satinado, los hay en capas de bastante espesor de las que se sacan hojas delgadas para cubiertas y pavimentos de las casas y en tiempos pasados hicieron baldosines que se vendían en Madrid, Guadaluajara, etc.

Menos frecuente que las clases citadas es la pizarra cuarzosa de textura laminar y colores grises que se convierte en arenisca en las proximidades de las cuarcitas.

En todas hay huellas de la acción de las aguas ferruginosas que dejaron depositado al estado de óxido hidratado, parte del hierro que llevaban, de tal modo que rellena las fisuras, grietas y oquedades de las rocas hasta formar pequeñas bolsadas de hematites parda que algunas fueron beneficiadas por los años 1850 al 1866.

Cuarcitas. Presentan diversidad de caracteres, tanto en el colorido como en la textura pues las hay de colores blancos, amarillentos, grises de diversas tonalidades, etc.

El óxido de hierro tiñe a muchas dándolas colores rojizos más o menos intensos. En el cerro de la Cabrera, junto a La Nava de Jadraque, en la Peña de La Boderá, en los términos de Gascuña, Fraguas y en El Ordial se ven de esa clase.

Las blancas, en el Alto Rey, el Castellar, Semillas, La Nava de Jadraque, etc. Amarillentas, grisáceas y de color pardo se encuentran en todas partes.

La textura varía también desde las compactas de grano muy fino, que son las que más abundan, hasta las de grano grueso que son verdaderas areniscas.

Por lo general, las que ocupan los niveles más bajos del sistema Siluriano son las más compactas, duras y de granos más finos, como son las del término de Robledo, las Cabezadas, Alcorlo, Alto Rey, etc.

Aumenta el grosor de los granos de cuarzo a medida que se asciende de nivel geológico, sin que esto quiera decir que en los superiores, como entre la Nava de Jadraque y el río Sorbe, no las haya de una y otra clase.

Ocupan siempre las cuarcitas la base del sistema siluriano apoyándose sobre el neis del Estrato-cristalino en La Bodera, Gascueña, Alto Rey, El Ordial, Alcorlo, etc.

A veces están en grandes masas, hasta de 60 metros, constituidas por bancos muy bien estratificados que llegan a 3 y 4 metros de espesor y es por demás frecuente que alternen con pizarras de la misma edad en perfecta concordancia estratigráfica.

Las de grano grueso, bastas, con aspecto de areniscas, contienen abundantes impresiones de variadas especies de *crucianas* que fijan horizontes paleontológicos muy bien definidos, según se representa en los cortes I y IV. El mayor número las hemos visto en Semillas, La Iruela, en el camino de Aldeanueva, en la vertiente septentrional de la Sierra del Alto Rey, en Prádena, en el camino de El Ordial y en el de La Cueva al poblado de Fraguas.

Cuarzo. Tanto en las cuarcitas como en las pizarras se encuentra con extraordinaria frecuencia, bien sea en numerosas vetas o filoncillos que las cruzan en todas direcciones, sin tomar una general determinada o en delgadísimos lechos interestratificados. Es tal la importancia que esta clase de roca llega a tener que constituye verdaderos filones de 6 y 8 metros de potencia en los términos de La Nava de Jadraque y Semillas.

El cuarzo es de color blanco y blanco azulado, cristalino y muy compacto.

Tiene importancia esta roca desde el punto de vista minero porque constituye el relleno de algunos de los más importantes filones de plata de Hiendelaencina del "segundo sistema", minas *Diógenes*, *San Juan Facundo*, etc. etc. y del "primero" como en la *Antoñilla*.

Brechas. Están formadas por cantos angulosos de cuarzo y de cuarcitas, cimentados por óxido de hierro.

Aparecen en la parte más alta de la formación siluriana; no son continuas y sirven de asiento a los sedimentos pleistocenos en el término de Veguillas, en las proximidades de la antigua fábrica *La Constante* en el término de Robledo, etc. y, en general, se hallan en la parte occidental de la Hoja.

Triásico.—Sólo están representadas las rocas que forman la división inferior, cuyos caracteres varían según la naturaleza, color y tamaño de los componentes.

Pudingas. Ocupan siempre la base de la formación triásica apo-

yándose bien sea sobre el neis del Estrato-cristalino, como en los términos de Congostrina y Pálmaces o sobre pizarras silurianas como en Alcorlo y Veguillas.

Se presentan estratificadas en gruesos bancos formados por un conglomerado de cantos de cuarcita y de cuarzo trabados por un cemento silíceo-arcilloso impregnado de óxido de hierro que según la cantidad da a la coloración rojiza tonos más o menos subidos, aunque también hay alguno de colores más claros y amarillentos.

Areniscas. A medida que se asciende de nivel geológico, disminuye el grosor de los cantos de cuarzo y de cuarcita y el de los granos del cemento. Se pasa a pudingas de elementos de menor volumen hasta llegar a las areniscas de grano grueso y por último a las de granos muy finos.

Puede establecerse como regla, que a medida que son más altas ofrecen colores más claros, amarillentos, grises y aun blanco como en Pálmaces, Congostrina, etc.

En la parte media de este tramo inferior del Triás alternan con las areniscas rojas, lechos y delgados bancos de arcillas y margas grises, verdosas, azuladas y las de tinte ligeramente rojizo en las inmediaciones de Congostrina.

Cretáceo.—Como única roca esencial se encuentra la caliza, de la que hay dos variedades bien distintas por su composición y textura, de tal modo que forman dos horizontes o niveles muy bien definidos y fáciles de reconocer.

El inferior está constituido por un banco de cuatro a seis metros de espesor de caliza margoso-arcillosa de color gris amarillento con alguna capa sabulosa, compacta unas veces, pero por lo general de no gran consistencia, de modo que se desmorona y destruye fácilmente, siendo el elemento más importante que integra los terrenos laborables que se asientan sobre las areniscas triásicas y la mayoría de las pizarras silurianas.

Es un banco bien marcado en el que se encuentran la casi totalidad de las variadas especies de fósiles que figuran en el capítulo VI «Paleontología», no citado hasta ahora ese banco con tan marcada precisión desde este punto de vista.

Mucha parte de esas calizas son apropiadas para fabricar cales hidráulicas. En el libro del Sr. Castel figuran seis análisis hechos por el Sr. Rúa Figueroa que así lo confirman. Tres muestras proceden de Congostrina y las tres restantes de las calizas del Congosto de Alcorlo, en el río Bornoba, próximo al puente de la carretera que lo cruza, donde también hemos recogido muchos fósiles.

El banco superior es de caliza compacta muy pura, con algunas arenas calcáreas de aspecto cristalino, dura y de colores grises más o menos claros y azulados. Contienen moldes de *rudistas*, aunque no son abundantes.

Algunos de los bancos de esta caliza, cuando ocupan los niveles elevados, presentan numerosas grietas y oquedades que llegan a tener grandes dimensiones, como en la llamada Cueva del Congosto de Alcorlo, junto al Bornoba.

Paleogeno.

Gonfolitas. En la pequeña extensión de terrenos de esa época que figuran en el mapa, aparece esta clase de rocas en concordancia con las calizas cretácicas.

Están compuestas de cantos calizos rodados de uno a 10 centímetros de espesor cimentados por marga caliza con algunos granos de cuarzo.

A los cantos redondeados de caliza acompañan otros angulares de cuarcitas. Pueden verse en las inmediaciones de La Toba, en los cortes de la carretera y en Pinilla, muy inclinados y hasta verticales en contacto con el cretácico.

Hay algunos bancos de yeso blanco muy puro procedentes de la transformación de la anhidrita.

Pleistoceno.—A los depósitos cuaternarios más antiguos pertenecen los materiales pétreos del llamado *diluvium de la sierra* que están representados en el mapa como pleistocenos.

Arcillas. Son rojizas, algo arenáceas, envolviendo fragmentos de pizarra, cantos poco rodados de cuarzo y de cuarcita de las sierras próximas y trozos de neis del suelo subyacente, como en las inmediaciones de Congostrina y Pálmaces. En esta masa de aglomerados incoherentes se han encontrado minerales argentíferos procedentes, probablemente, de la desegregación de la parte superior de los filones que arman en el Estrato-cristalino.

Puede estimarse como un *diluvium local* de reducida extensión, sin estratificación marcada, con muestras de haberse formado en una sedimentación tumultuosa, pues rara vez, como en las inmediaciones de Zarzuela, se ve algún indicio de sedimentación en muy delgados lechos horizontales o ligeramente inclinados.

El color del conjunto es generalmente amarillento cuando es el neis el que domina, oscuro y rojizo cuando son las pizarras con oxidaciones de hierro.

Conglomerados y brechas. Son de cantos cuarzosos trabados por un cemento ferruginoso en el que la cantidad de óxido de hierro ha permitido beneficiarlos a mediados del siglo pasado en las pequeñas ferrierías de la región.

Cita Castel, que al abrir el pozo de la mina *Infalible*, en el término de Robledo, se halló debajo de los conglomerados una brecha ferruginosa de cantos de cuarcita y de pizarra de 22 metros de espesor.

En los conglomerados de La Nava de Jadraque se encuentran fi-

nas partículas de oro. También de conglomerados se construían las partes fijas o inferiores de las *muelas* de los molinos de trituración de los minerales de plata.

Mineralogía

En el cuadro que a continuación se inserta van incluidos los minerales que de Hiendelaencina y otros pueblos comprendidos en esta Hoja, número 460, se citan en diversos tratados de mineralogía, así como los recogidos por el personal que ha redactado esta Memoria.

Han servido para hacer ese estado, entre otros trabajos, los «Apuntes del distrito de Hiendelaencina» del Sr. Bautista Muñoz, los «Criaderos de plata de Hiendelaencina» por los Sres. Mallada y Kindelan, cuyos trabajos figuran, respectivamente, en el tomo I de la «Explicación del Mapa Geológico de España» y en la «Estadística Minera de España», año de 1908, y muy principalmente el notable tratado del Sr. Calderón «Los Minerales de España» cuya nomenclatura y fórmulas se han respetado.

CUADRO DE MINERALES CORRESPONDIENTE A LA HOJA DE HIENDELAENCINA, N.º 460

Nombre	Fórmula	Paraje	Observaciones
Grafito	C	Robledo de Corpes	En pequeñas vetas dentro de las pizarras.
Arsénico	As	Hiendelaencina	Como accidental en los filones de plata.
Allemonita	Sb As ³	Íd.	Íd. Íd.
Plata	Ag	Íd.	Asociada a los minerales galenoso-argentíferos.
Oro	Au	Nava de Jadraque	En los filones de cuarzo, aluviones y brechas.
Estibina	Sb ² S ³	Hiendelaencina	Ídem de plata como mineral de acarreo.
Blenda	ZnS	Íd. y La Bodera	Ídem de íd. Íd.
Pirita	FeS ²	Íd.	Como mineral accidental en los filones Hiendelaencina y La Bodera.
Mispiquel	Fe (As, S)	Íd.	Poco abundante en los filones de plata.
Diserasita	Ag ² Sb	Hiendelaencina	Apareció en los niveles superiores del filón rico.
Galena	Pb S	Íd. y La Bodera	Accidental en los filones; abundante en La Bodera.
Argentita	Ag ² S	Íd.	Abundante en el filón rico.
Pirrothina	Fe ⁷ S ⁸	Hiendelaencina	En íd. Íd.
Calcopirita	Fe S ² Cu	Íd.	Accidental en los filones.
Sternbergita	Fe ² S ³ Ag	Íd.	Asociado a la freieslebenita.
Miargyrita	Sb ² S ⁴ Ag ²	Íd.	Abundante en los filones.
Freieslebenita	Sb ⁴ S ⁴ (Pb, Ag ²) ⁶	Íd.	Abundante en el filón rico.
Bournonita	Sb S ³ Pb Cu	Íd.	Apareció en los niveles superiores del filón rico.
Proustita	As S ³ Ag ³	Íd.	Abundante en Hiendelaencina (rosicler claro)

Nombre	Fórmula	Paraje	Observaciones
Pirargirita	Sb S ³ Ag ³	Hiendelaencina	Ídem. íd. oscuro.
Cobre gris	As ² S ⁷ (Cu ² FeZn) ⁴ Sb ² S ⁷ (Cu ² Ag ² FeZn) ⁴	Íd.	En la mina <i>Malanchoche</i> .
Stephanita	Sb ² S ³ Ag ¹⁰	Íd.	Abundante en el filón rico.
Cuarzo cristalizado	Si O ²	La Bodera y Hiendelaencina	En las geodas de los filones.
Oligisto	Fe ² O ³	Íd.	Poco abundante (acompañando a ciertos minerales de plata roja).
Calcedonia	Si O ²	Íd.	Como ganga en la mina <i>San Miguel</i> .
Limonita	Fe ⁴ O ³ (OH)	Fraguas y Gascueña	En pequeñas bolsadas en pizarras y cuarcitas.
Cerargyrita?	Ag Cl	Hiendelaencina	En las minas <i>Sta. Cecilia</i> y <i>Fortuna</i> .
Embolita	Ag (Cl, Br)	Íd. y Villares	Minas <i>Sta. Cecilia</i> , <i>Fortuna</i> y <i>San Juan Facundo</i> .
Bromargirita	Ag Br	Íd.	Minas <i>Sta. Cecilia</i> , <i>Suerte</i> .
Yodargirita	Ag I	Íd.	En varias minas (niveles superiores)
Fluorita	Ca Fl ²	Hiendelaencina y La Bodera	Como ganga en varias minas y especialmente en la <i>Tirolesa</i> .
Calcita	Co ³ Ca	Íd.	Como íd. íd.
Caliza cristalina	Íd.	Íd.	Íd. íd.
Dolomita	Ca ² O ⁶ (Ca, Mg)	Hiendelaencina	Asociada algunas veces a los cristales de freieslebenita
Siderosa	Co ³ Fe	Íd.	Como ganga muy abundante en los filones.
Malaquita	CO ³ (Cu-OH) ²	Íd.	Mineral accidental en los filones de plata.
Azurita	(Co ³) ² Cu (Cu OH) ²	Íd.	Íd. íd.
Bariatina	So ⁴ Ba	Íd.	Constituyen la ganga abundante en los filones de plata.

Nombre	Fórmula	Paraje	Observaciones
Yeso	$SO_4 Ca_2 (H_2 O)$	Pinilla y San Andrés	En pequeñas capas.
Quiastolita	Íd.	La Iruela	En algunas pizarras.
Turmalina?	$(Si O)_4 Al_2 (Al O, BO, O) (1/3 Al^{1/2} Mg, 1/2 Li, NaH)^2$	Hiendelaencina	En los cuarzos y en filones.
Muscovita	$(Si O)_3 Al_3 (K, Na H)^2$	Íd. y La Bodera	Formando parte del neís.
Clinocolora?	$Si_3 O_{18} Al_2 Mg^5 H_8$	Íd. y Villares	Formando vetas con el cuarzo en el neís micáceo.
Esteatita	$Si_4 O_{12} Mg^3 H^2$	La Bodera	Formando pequeños filones.
Cordierita	$(Si_2 O_7)_5 Al_8 (Mg Fe)^4 (HO)^2$	Gascuña y Alcorlo	Formando granos cristalinos en el neís.
Tremolita	$(Si O_3)_4 Mg^3 CA$	Hiendelaencina y La Bodera	En el neís, en agujas.
Asbesto	Íd.	La Bodera	En las pizarras anfibólicas.
Ortoclasa	$Si_3 O_8 Al (K, Na)$	Hiendelaencina y Zarzuela	En el neís.
Oligoclasa	$Si_2 Si O_8 Al Na Si_2 Al O_8 Al Ca$	Hiendelaencina	En el neís.
Ottrelita	$H_2 (Fe Mn Mg) (Al_2 Fe_2) Si_2 O_9$	Hiendelaencina y La Bodera	En las micacitas y en el neís.
Estaurólida	$H_5 (Fe Mg)_6 Al_2 Si O_{66}$	Íd. íd.	Ídem íd.

VII

PALEONTOLOGÍA

Siluriano.—De los trabajos que conocemos referentes a los caracteres paleontológicos del terreno Siluriano en la región estudiada, se deduce que es muy pobre en fósiles.

Don Pedro Palacios en la «Reseña Física y Geológica de la parte NE. de la provincia de Guadalajara» sólo cita una especie de *cruciana*, desprendida de la vertiente del Ocejón en el término de Umbrales, e impresiones de *graptolitos* en las pizarras ampelíticas de La Miñosa, entre las que pudo reconocer algunos *Monograptus priodon* y *M. Nilssoni*.

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

Al describir los «Criaderos de hierro de las provincias de Guadalajara y Teruel», Kindelan y Ranz, este último, en las «Notas geológicas de la región NO.» cita *crucianas* en el término de Semillas pertenecientes a las especies *Cruciana Goldfusi* Rouault, y *C. Prevosti* Rouault (Fot. 17).

Estas mismas especies, la *C. Cordieri* y otra clasificada por el Sr. Rojo y Gómez como *C. furcifera*, han sido halladas por el Sr. Targhetta en muchos parajes de los que sólo citaremos los siguientes: El Calderón término de Semillas, en la vertiente septentrional de la Sierra del Alto Rey, citados por el Sr. Ranz, en la vertiente occidental de la Loma del Cedacero, en la Sierra Gorda, en el camino de La Iruela a La Cueva y en el de éste al pueblo de Fraguas.

Se encuentran siempre sobre las cuarcitas de textura granuda que tienen aspecto de una arenisca ferruginosa dispuesta en bancos que

forman horizontes muy bien definidos (cortes números I y IV) de tal modo que siguiéndolos y penetrando en el terreno que comprende la Hoja de Atienza, cuyo estudio se hace en la actualidad, se han encontrado ya las mismas especies.

No hemos visto en las pizarras silurianas los *trilobites* citados por M. de Verneuil y Prado en otras regiones de la provincia de Guadalajara e infructuosos fueron cuantos esfuerzos se han hecho por hallar los *graptolitos* que menciona Kindelan en las pizarras de la Sierra Menera, El Pedregal, El Pobo, etc., donde pudieron definirse los tramos *ordoviciense* y *gollandiense*; ni se han visto los *Palaeophicus* y *Scolitus* en las cuarcitas inferiores.

Las especies de *crucianas* citadas son suficientes para decir que se trata del tramo inferior del Siluriano, *Ordoviciense*. Pudiera ocurrir que en el transcurso del tiempo, los bancos más inferiores se incluyeran en el Cambriano, pero hasta el día de hoy no tenemos motivo fundado para hacerlo.

En cuanto a la existencia del Siluriano superior no hay dato alguno que permita señalarlo, sin que esto quiera decir que al terminar los estudios que en la actualidad se están haciendo de la Hoja de Atienza, pueda verse que las pizarras ampelíticas que ocupan los niveles más altos de la región se correspondan con las de la misma clase de la Miñosa, en las que D. Pedro Palacios encontró el *Monograptus priodon* y el *M. Nilssoni*, en cuyo caso serían *gollandienses*, de igual modo que las ampelíticas de Checa, donde Kindelan encontró varias especies de *graptolitos* que figuran en los diez horizontes más elevados de la clasificación hecha por M. Lapworth (1) con motivo del estudio del Siluriano del País de Gales.

Triásico.—No se ha visto en este terreno resto fósil alguno.

Como datos paleontológicos del Triásico de la provincia de Guadalajara sólo se citan los siguientes:

Los Sres. de Verneuil y Lorient (2) determinan en el *Muschelkalk* de Hombrados el *Nautilus bidorsatus* Schloth. y la *Myophorya curvirostris* Gold. en Anguita.

A cinco kilómetros al NO. de Molina de Aragón, en Rillo, encontró el Sr. Calderón la huella de una pata posterior izquierda de un *Cheirotherium* en una arenisca roja micácea.

Don Carlos Castel en su «Descripción geológica de la provincia de Guadalajara», nombra el *Equisetum arenaceum* Brongn., *E. Brongniartii* Schl. a los cuales no atribuye gran valor, pero sí se lo da a los restos de una conífera bastante bien conservada, correspondiente a la *Albertia elliptica* Schimper, que encontró entre las psamitas que supe-

(1) *Traité de Geologie* par A. de Laparent, 3.ª edición. —París 1893.

(2) Excursión geológica de los Sres. Verneuil, Prado y Lorient por los partidos de Albarraçín y Molina. «Revista Minera», tomo II, año 1851.

riormente terminan el tramo de las areniscas junto al pueblo de Rueda (1).

Sólo los caracteres petrográficos y estratigráficos han servido para atribuir al Trías inferior los terrenos así representados en el mapa.

Cretáceo.—Hasta ahora el único yacimiento del cual se habían citado fósiles, es el de los alrededores de Congostrina y figuran en las obras siguientes:

VERNEUIL.—Del Cretáceo en España. «Rev. Min.», t. III. Madrid, 1832.

EZQUERRA DEL BAYO.—Ensayo de una descripción general de la estructura geológica del terreno en España. «Memorias de la Real Academia de Ciencias de Madrid». 1854.

CALDERÓN (S.)—Reseña geológica de la provincia de Guadalajara. Madrid, 1874.

PALACIOS (P.)—Descripción geológica de la parte NO. de la provincia de Guadalajara. «Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España», tomo VI. 1879.

CASTEL (C.)—Descripción física, geognóstica, agrícola y forestal de la provincia de Guadalajara. «Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España», tomo VIII. Madrid, 1881.

MALLADA (L.)—Lista de fósiles de varias provincias.

MALLADA (L.)—Catálogo general de las especies fósiles encontradas en España. «Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España». Madrid, 1892.

LAMBERT.—Note sur quelques échinides du Crétacé de l'Espagne (communiqués par Mr. le Prof. Royo Gómez). «Bol. de la R. Soc. Esp. de Hist. Nat.», tomo XXVIII, pág. 147. Madrid, 1928.

En las excursiones que en diferentes épocas han hecho los señores Kindelan, M. Ormaza, J. Royo y Gómez y J. Targhetta, han recogido gran número de ejemplares fósiles que entregados al Sr. Royo y Gómez para su clasificación, facilita la siguiente nota que es un resumen de sus estudios:

La lista de las especies fósiles de Congostrina que figuran en los trabajos de los Sres. Verneuil, Ezquerra del Bayo, Calderón, Castel, Mallada y Lambert (comunicación de J. Royo y Gómez) es la que a continuación se inserta:

Equinodermos.

Goniopygus major Agassiz (Calderón).

Pseudodiadema variolare Brongn. (Calderón).

Cyphosoma granulatum Goldf. (Ezquerra, Castel).

Dorocidaris Jullieni Gautier. (Lambert).

(1) Una conífera del Trías. «An. Soc. Esp. Hist. Nat.», tomo VII, pág. 277.

Moluscos lamelibranquios.

Ostrea olisiponensis Sharpe. (Ezquierda, Verneuil).

Id. semiplana Sow? (Ezquierda).

Id. Matheroni d'Orb. (Castel).

Pecten Beaveri Sow. (Ezquierda, Castel).

Lima spinosa Sow. (Ezquierda).

Arca (Cucullaea) sagittata Arch. (Mallada).

Corbula? Costae Sharpe? (Verneuil, Ezquierda).

Moluscos gastrópodos.

Tylostoma Torrubiae Sharpe. (Ezquierda, Verneuil).

Id. globosum Sharpe. (Verneuil, Ezquierda, Castel).

Id. ovatum Sharpe. (Verneuil, Ezquierda).

Id. punctatum Sharpe. (Verneuil, Ezquierda).

Moluscos cefalópodos.

Ammonites navicularis Mant. (Castel).

Id. rhotomagensis Brongn. (Castel).

Id. (Pachydiscus) peramplus Mant. (Ezquierda, Castel).

Peces.

Pycnodus complanatus Agas? (Calderón, Mallada).

Reptiles.

Restos de *Crocodilidos* (Calderón).

Todas estas especies las incluyen en el *Cenomanense* excepto *Arca sagittata* que Mallada la coloca en el *Turonense superior* y *Cyphosoma granulatum*, *Ostrea Matheroni* y *Pycnodus complanatus* en el *Senonense*. Es muy posible que alguna de estas determinaciones no estén bien hechas, pero de todos modos son fósiles que han sido encontrados juntamente con los otros y que, por lo tanto, deben de corresponder a la misma edad.

Los yacimientos que han sido reconocidos por nosotros se encuentran entre Congostrina y una trinchera de la carretera que va por La Toba, en el Congosto de Alcorlo desde antes de dejar la carretera que viene de Congostrina y en los kilómetros 16 a 17 de esta misma carretera entre Alcorlo y Veguillas. Son yacimientos bastante ricos, pero es difícil recoger ejemplares perfectos. Las especies que de allí se han podido determinar están indicadas a continuación:

Equinodermos.

Pseudodiadema guerangeri Cott. Especie encontrada también en el *Cenomanense* de Portugal, siendo nuestro ejemplar de mayor tamaño y menos abombado en la parte externa.

Tetragrama variolare (Brongn.). *Pseudodiadema variolare* (Brongn.).

Es una especie bastante frecuente en casi todo el *Cenomanense* de la Meseta.

Cyphosoma sp. Ejemplar muy pequeño procedente del Congosto de Alcorlo, cuya especie no se puede determinar por no verse bien los poros ambulacrales.

Hemiaster fourneli Desor. Con alguna duda referimos a esta especie turonense una serie grande de ejemplares un poco variables en la forma, pero muy semejantes a ella en la mayoría de los caracteres. Esta especie ha sido citada con mucha frecuencia de todo el *Cenomanense* y *Turonense* de la Meseta, pero es muy posible que con ella se hayan confundido otras, tales como *H. scutiger* y *H. lusitanicus*, encontradas en Portugal y que son muy semejantes a ella. Sus ejemplares abundan en todos los yacimientos (Fot. 19).

Holclypus cenomanensis Gueranger. Procede de los kilómetros 16 a 17 de la carretera entre Alcorlo y Veguillas. A estos ejemplares se les pueden aplicar las mismas observaciones que Loriol hace para los de Portugal.

Gusanos.

Probablemente pertenecerán a esta clase de animales una serie de pistas que aparecen en algunas areniscas de la parte media de este Cretácico.

Moluscos lamelibranquios.

Ostrea boucheroni Coquand. Un ejemplar joven muy semejante a los de esta especie, encontrado en los kilómetros 16 y 17 de la carretera entre Alcorlo y Veguillas.

Exogyra olisiponensis (Sharpe). Como hemos visto en la lista anteriormente dada, esta especie ha sido ya citada de Congostrina. Nosotros la hemos encontrado muy abundante y con excelentes ejemplares en el mismo yacimiento que la anterior (Fot. 18).

Exogyra pseudo-africana Choffat. Es otra especie muy abundante en todos los yacimientos que hemos reconocido. Como la anterior fué encontrada por primera vez en Portugal y es sencillamente una variedad de aquélla de la que se diferencia tan sólo por tener la valva inferior algo más estrecha y las costillas menos pronunciadas (Fot. 18).

Exogyra laciniata (d'Orb.)? Un ejemplar encontrado en el Congosto es muy semejante a esta especie a la cual la referiríamos sin ningún género de dudas, si no fuera propia del *Campaniense*, ya que aquél pertenece al *Cenomanense*.

Exogyra columba (Lamk.). Esta especie tan típica se encuentra, aunque no con mucha abundancia, en todos los yacimientos.

Chlamys subacutus (Lamk.). Es frecuente aunque no sea más que en fragmentos en todos los yacimientos. Es muy posible que los ejemplares citados por Ezquierda y Castel como de *Pecten beaveri* Sow., correspondan en realidad a esta especie.

Vola phaseola (Lamk.) Un ejemplar completo y muy bien caracterizado procedente del Congosto de Alcorlo.

Vola aff. *quinquecostata* (Sow.) En la trinchera de la carretera de la Toba a Congostrina, cercana al empalme con la de Alcorlo, hemos encontrado un ejemplar completo de *Vola* que se diferencia de los de esta especie por no tener apenas marcadas las seis costillas más prominentes; por esta razón se aproxima también a *V. aequicostata*, pero tiene un número menor de costillas.

Arca sp. Un molde interno.

Tellina sp. Es también otro molde interno procedente del Congosto de Alcorlo.

Cardita dubia (Sow?) Probablemente pertenecerá a esta especie un molde interno encontrado en los kilómetros 16 y 17 de la carretera entre Alcorlo y Veguillas.

Cardita sp. Correspondientes a dos especies distintas de la anterior hemos encontrado varios moldes internos.

Cardium sp. Moldes cuya especie es indeterminable.

Venus sp. Pertenecientes a dos o más especies han aparecido varios moldes internos.

Rudistas. Correspondientes probablemente a *Hippurites* hemos encontrado varias secciones en las calizas más superiores de la trinchera de la carretera, cerca ya de la Toba.

Moluscos gastrópodos.

Tylostoma torrubiae Sharpe. Especie muy bien representada en todos nuestros yacimientos y muy típica de todo el Cenomanense ibérico (Fotografía 19).

Tylostoma ovatum Sharpe. Especie también muy frecuente. Es muy posible que algunos ejemplares muy fragmentados que dejamos como de ella, se puedan incluir en *T. globosum* Sharp. que es muy próxima (Fot. 19).

Natica gr. *matheroniana* d'Orb. Varios moldes internos del Congosto de Alcorlo que tienen caracteres muy semejantes a esta especie.

Natica gr. *requieniana* d'Orb. Un molde interno de la parte superior de la espira y muy parecido a los de esta especie.

Cerithium gr. *matheroni* d'Orb. En todos los yacimientos aunque con poca frecuencia aparecen moldes de un *Cerithium* parecido a éste.

Pteroceras sp. Moldes internos con el labio de la abertura extendido en ala y de forma diferente a los de las especies cretácicas que conocemos de este género (Fot. 19).

Moluscos cefalópodos (Amonites).

Pseudotissotia meslei Peron? Un molde interno encontrado en el Congosto de Alcorlo (Fot. 20) es muy semejante a esta especie del Tu-

ronense de Argelia. Los caracteres de las quillas están muy difuminados debido quizás a estar muy rozado el ejemplar, pero la línea de sutura tan sencilla, con una escotadura en medio de cada lóbulo y un saliente en cada seno, la identifican como perteneciente a esta especie o a una muy afine a ella.

Pachydiscus peramplus Mant. Por su forma pudiera pertenecer a esta especie un fragmento de molde interno de *Amonites* encontrado en el kilómetro 17 de la carretera, entre Alcorlo y Veguillas.

Como se ve por esta lista el número de especies encontrado por nosotros es mucho mayor que el que se conocía y aunque hay algunas que ya se habían citado, hay otras muchas que no sólo son nuevas para estas localidades, sino que además lo son también para las comarcas próximas.

Estratigráficamente, como se ha dicho en la parte geológica, se distinguen dos horizontes distintos en el Cretácico abarcado por la Hoja; uno inferior muy margoso con alguna capa sabulosa y otro superior predominante de calizas compactas y de areniscas calcáreas. El inferior o margoso es el verdaderamente fosilífero y en donde han aparecido todas las especies indicadas, excepto los *Rudistas* que han sido encontrados en las capas más altas del nivel superior.

El horizonte margoso por su fauna se puede clasificar claramente como del Cenomanense, pudiendo considerarse quizás la parte más superior como un tránsito al Turonense, ya que allí es donde aparecen algunas especies propias de niveles más elevados. En este horizonte se nota que mientras en la base predominan las *Ostras* (*E. pseudo-africana*, *E. olisiponensis*, etc.) y los grandes *Tylostoma* (*T. torrubiae*, *T. ovatum*, etc.), en la zona superior son los *Equinodermos* (todas las especies citadas) los pequeños *Gastrópodos* (*Natica*, *Cerithium*, etcétera), las *Ostras*, tales como la *E. columba* y *E. matheroniana* y los *Amonites* los que aparecen indicándonos que hay un ligero cambio de fauna dentro de la misma facies. La falta de *Equinodermos* del tipo de los *Micraster* y la abundancia de *Ostras* nos indica que el mar no sólo sería en esta región poco profundo, 30 metros como máximo, sino que además carecería de corrientes intensas. La diferencia de fauna anteriormente señalada quizás indique un aumento en la profundidad para la zona más superior. Este aumento de profundidad ha debido ser mayor para el horizonte calizo o más superior, ya que allí no existen *Ostras* ni ninguno de los tipos de la zona margosa y son las arrecifes de *Rudistas* y quizás los de *Coralarios* los que preponderaban.

Este horizonte calizo parece corresponder ya al Turonense y quizás se encuentre representado también en él, el Senonense. El estudio detenido de los *Rudistas* que hemos encontrado en las capas superiores será el que determinará el límite de este Cretácico.

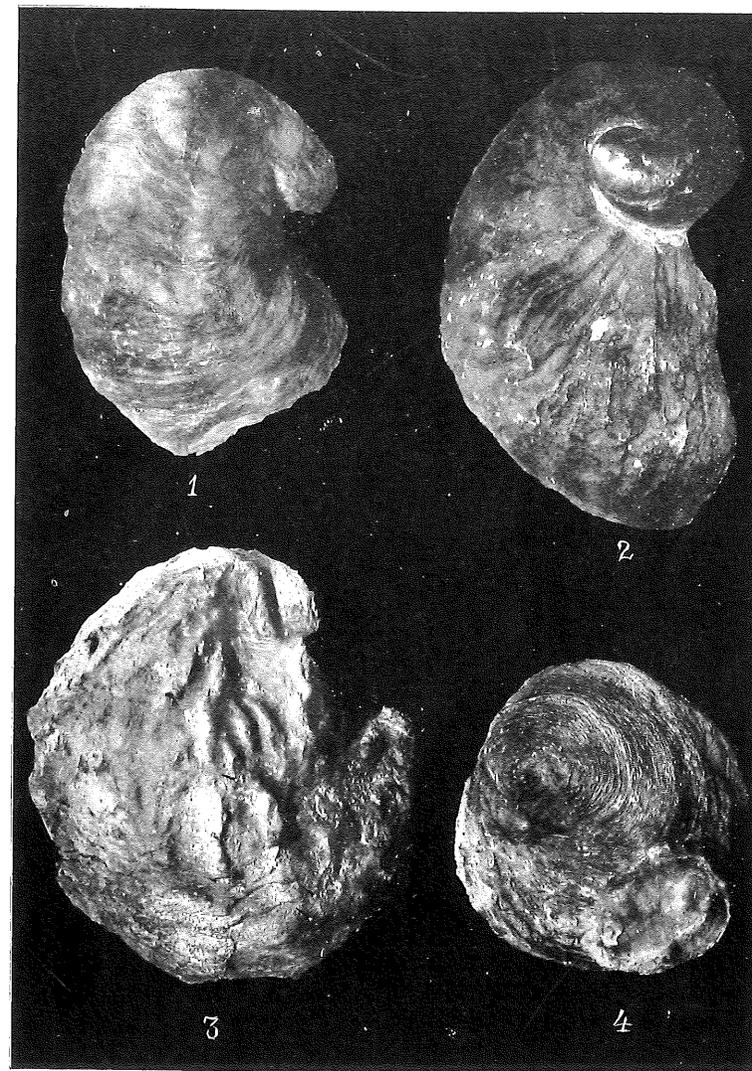
Es importante el hacer notar las grandes analogías que tiene la

fauna de la zona margosa o inferior con la facies con *Ostras* de Argelia y con los mismos niveles de Portugal. Todas estas regiones poseen en el Cenomanense especies comunes y análogas. Los *Amonites*, como ya hemos dicho, es en la parte superior de esta zona margosa en donde aparecen, es decir, en el nivel que hemos indicado como intermedio entre el Cenomanense y el Turonense, lo cual es también interesante porque confirma una vez más, la idea que se tiene de que estos animales predominaron en todo el Turonense mediterráneo.

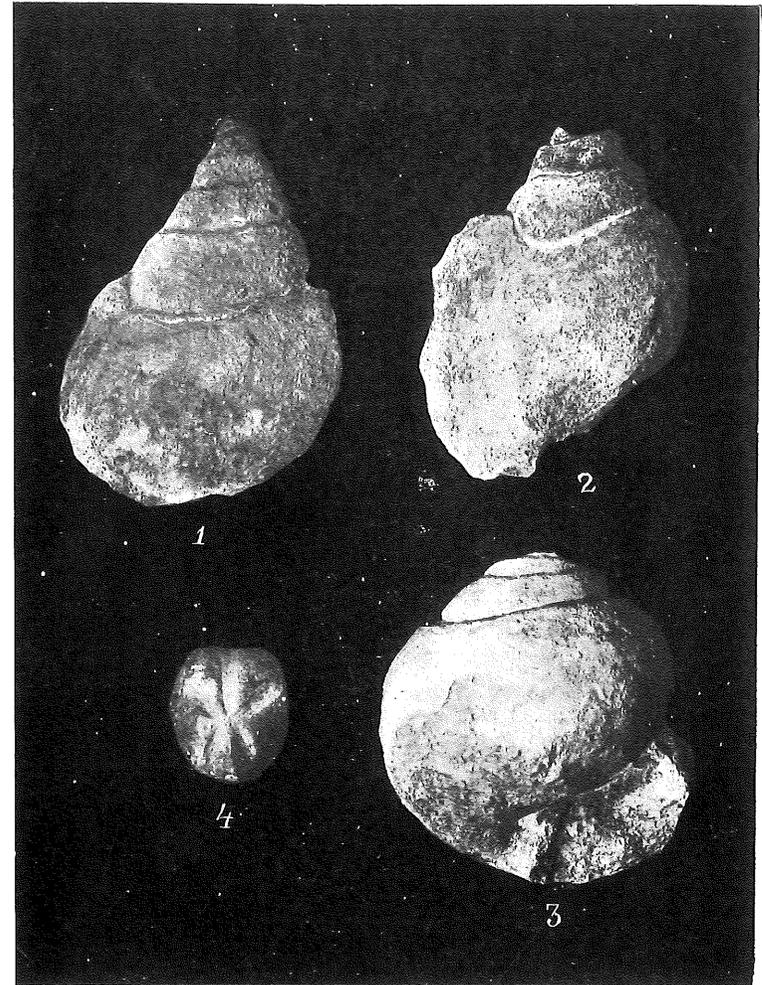


FOT. 17

Cruziana Goldfussi Rouault; *C. Prevosti* Rouault.
 El Calderon, termino de Semillas
 Museo del Instituto Geológico y Minero de España
 publicada en los
 «Criaderos de hierro de Guadalajara y Teruel»
 por los Srs.
 Kindelan y Ranz

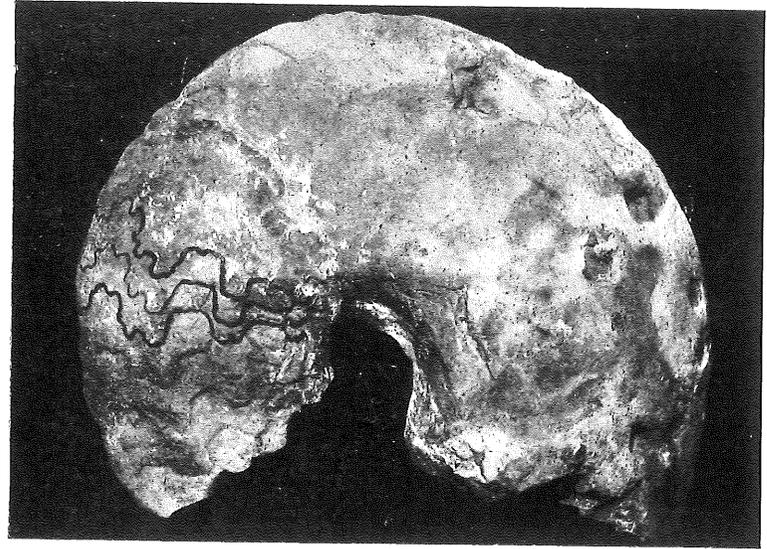


Fot. J. Royo
Fot. 18.—1, 2 y 4, *Exogyra pseudo-africana* Choffat. 3, *Exogyra*
olisiponensis Sharpe. Tamaño algo reducido



Fot. J. Rojo

Fot. 19.—1, *Tylostoma torrubiae* Sharpe. 2, *Pteroceras* sp. 3, *Tylostoma ovatum* Sharpe. 4, *Hemiaster fourneli* Desor. Tamaño algo reducido



Fot. J. Rojo

Fot. 20.—Pseudolissotia

Tamaño reducido

MINERÍA Y CANTERAS

Minería

Sistemas filonianos de Hiendelaencina. (1) -La clasificación de sistemas filonianos utilizada de antiguo en el distrito y debida al señor Bautista Muñoz, en realidad no es más que una manera de entenderse que utilizaremos para enumerar los distintos filones.

PRIMER SISTEMA.—Dirección de Levante a Poniente. Establece en este sistema una subdivisión fundada en las diferentes gangas.

1.ª serie. Barita predominante, cuarzo, espato calizo y todas las variedades de minerales de plata.

2.ª serie. Cuarzo morado y ferroso, hierro espático, muy rara vez barita, también las variedades de plata de la primera serie pero con gran cantidad de galenas y antimonio, abundantes piritas de hierro y cobrizas.

SEGUNDO SISTEMA.—Dirección N.-S. Cuarzo blanco cristalino, nunca barita ni hierro espático. Indicios de plata solamente superficiales. Abundancia de piritas de hierro.

TERCER SISTEMA.—Dirección NO. o NE. Establece una subdivisión según los rumbos.

1.ª serie. Dirección NE. Cuarzo, hierro espático, metalizaciones de plata con antimonio abundante.

(1) Apuntes del distrito de Hiendelaencina por D. M. Bautista Muñoz.—«Revista Minera y Metalúrgica» Tomo I. Serie B págs. 70, 83, 91 y 101.

Criaderos de plata de Hiendelaencina. «Explicación del Mapa Geológico de España» por D. Lucas Mallada. Tomo I, pág. 499, año 1927.

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

2.ª serie. Dirección NO. Cuarzo, metalización de plata, abundantes piritas de hierro.

Los filones de esta segunda serie y tercer sistema, en realidad no han sido suficientemente apreciados en la localidad, no siendo que en ella se incluyan determinados crestones de cuarzo que existen con alguna piritita de hierro o bien algunas de las grietas transversales que se han cortado con las labores abiertas sobre el filón *rico*.

Como vemos, el Sr. Bautista Muñoz hace una clasificación de los filones fundada en su dirección y en la naturaleza de los rellenos.

Consideramos más conveniente para el estudio de la riqueza filoniana del distrito (en la práctica industrial lo más interesante) procurar desligar el concepto de grieta filoniana, de su relleno, porque de la involucración de ambos conceptos ideológicos del filón total, surgen a veces confusiones.

Las grietas o fracturas enumeradas aparecen perfectamente determinadas con variable separación de sus hastiales; a veces alcanzan un metro y en muchos casos queda reducida a milímetros. El término medio oscila entre 20 y 30 centímetros.

La grieta filoniana principal que se ha reconocido en cerca de cinco kilómetros de extensión y medio de profundidad, es la denominada filón *rico*. Las restantes han sido poco trabajadas y como tal, poco conocidas, salvo sus afloramientos y labores superficiales que en el plano general se señalan.

Los filones del primer sistema pueden considerarse geológicamente como los más antiguos pues no se cita ningún caso en que hayan alterado la posición de los de otros sistemas, que en cambio causaron en los primeros discontinuidad, resbalamientos y giros, con todos los accidentes que determina la posterioridad de aparición.

Las metalizaciones más importantes se encontraron en las de la primera serie del primer sistema y dentro de los del segundo y primera serie del tercero, en los llamados *San Juan Facundo* y *Diógenes*, destacándose entre todos los primeros, de los cuales se han sacado todas las especies del género plata, desde la nativa hasta las más complejas, en especial los sulfoantimoniuros y sulfoarseniuros en las llamadas agría, vítreo y roja, las cuales han formado la parte aprovechable de estos filones.

También se han presentado accidentalmente, nunca como materia aprovechable, la galena, blenda, burnonita, piritas de hierro y cobre.

El Sr. Mallada cita el hecho de haberse encontrado magníficos ejemplares de plata estriada o freieslebenita en *Verdad de los Artistas* y en otras, bajo más de 30 formas diferentes, a veces en maclas muy curiosas, generalmente asimétricas.

También fueron notables los cristales aislados de pirargirita o plata roja oscura. La plata córnea o cloruro de plata, compacta y en masas botroides, abundó especialmente en algunas oquedades de la

citada mina y con ella se presentaron asociadas, aunque en exiguas cantidades, la bromita o plata verde y la yodita o plata yodurada.

Se reconocen como correspondientes a la primera serie del primer sistema, tres filones perfectamente caracterizados, *La Morenilla*, *rico* y *Tres Amigos*, de gangas homogéneas y de indicaciones semejantes no sólo en su composición sino en sus accidentes, de tal modo que la causa productora fue, sin duda, la misma y su aparición simultánea.

De los tres, el situado en el centro, llamado *rico*, es el primero que se descubrió y que tanta celebridad dió al distrito por haber producido las mayores riquezas, con potencia media de 20 a 30 centímetros y en una longitud que no pasó de 2.000 metros.

Su dirección es de Este a Oeste con variaciones de 20 grados al Norte y la inclinación media de 60 a 70 grados al Norte.

Sobre él se establecieron las renombradas minas *Santa Cecilia*, *Santa Catalina*, *Suerte*, *Fortuna*, *Verdad de los Artistas*, *La Perla*, *Tempestad*, *Coto del Doctorado* o *Enrique Tomás*, *El Relámpago*, *San Carlos*, *Trillana*, *La Vascongada*, *Segunda Santa Cecilia*, *La Cubana*, etc.

Todas estas minas avanzaron sus trabajos sobre el criadero con explotaciones regulares, llegando algunas a la profundidad de 500 metros.

Ese filón ha sido interrumpido por muchas fallas; se bifurcó repetidas veces y en la mina *San Carlos* se dividió en tres ramales: el del Norte inclinado al Sur se reconoció en 150 metros en el piso 9.º; el del medio o *principal* llegó hasta la falla que le cortó en la Vascongada, y el del Sur que buza al Norte se trabajó sin éxito en la longitud de 150 metros desde el pozo San Carlos. Por el lado de Poniente se presentó más antimonial y cargado de galena; por el de Levante era mayor su interés y había en el país la creencia de que tenía su origen en el Cerro de Otero que está más al Este.

Las láminas que se acompañan, en las que aparece el recorrido del filón horizontal y verticalmente, con sus fallas y cruces con otras grietas, excusa su descripción detallada. Solamente conviene observar para los efectos del estudio posterior de la metalización, los distintos basculamientos del grueso banco de cuarcita que se intercala en el neis a una profundidad alrededor de 450 m., en las verticales de la grieta correspondiente al filón *rico*. No hay que confundir esta cuarcita de profundidad, que por primera vez descubrió Bontoux en el contrapozo señalado *E* en el plano vertical de labores de *Nueva Argentifera* y que posteriormente ha sido encontrada en trozos basculados bajo el pozo *La Cubana* y en las labores de la Sociedad *La Plata*, con las cuarcitas superficiales superiores al neis que se menciona en otros apartados de esta Memoria. La dicha cuarcita inferior aparece siempre en niveles aproximadamente alrededor de los 450 metros más o menos profunda según la vertical que se considere, dadas las distintas inclinaciones de los trozos basculados que en el plano se señalan. Va precedida en profundidad de otros lechos de cuarcita de poca

importancia, precursores y paralelos a la capa de unos 50 metros de espesor que ha sido rota y basculada por los movimientos del terreno correspondientes a las grietas transversales. Esta circunstancia parece señalar que, así como se encuentra precedida de capas de poco espesor, pudieran también existir por debajo de ella otras capas importantes de esa misma clase de roca.

El tercer filón o sea el más al Sur de los de la primera serie del primer sistema dió señales inequívocas de su riqueza en las minas *Mala Noche, La Fuerza, San Luis de la Lealtad y San Vicente*, únicas en las que se hicieron reconocimientos, no pasando la explotación de los 200 metros de profundidad, y si bien en algunos sitios ensanchó hasta un pie se redujo con frecuencia a meras guías.

El filón reconocido en parte por los trabajos de *La Famosa, San Antonio del Tiburón, La Independiente o San Francisco, La Argentina, San José y El Niño*, es el situado más al Sur en los límites de la formación méfica con la caliza cretácica. No se halló tan rico como los anteriores, predominando algo la galena y principalmente el antimonio. Su dirección media es de E. 16° N. y su inclinación al Norte. En los últimos años ha hecho importantes trabajos de reconocimiento sobre el mismo la Sociedad *La Regeneradora*.

Dos son los filones más conocidos de la segunda serie del primer sistema: uno reconocido en las minas *Taylor, San Miguel y Virgen de Marzo*, de ganga cuarzosa y con escasa cantidad de barita, presentando piritas de hierro y cobrizas, cobre gris, ligeras manchas de plata agría y roja, a pesar de ser importantes los trabajos emprendidos en él, particularmente en *San Miguel y Virgen de Marzo* sus rendimientos fueron escasos; el otro, situado más al Norte del anterior y reconocido en las minas *Diógenes, Caridad, Antoñita, San Jorge, Africana, Barco Inglés y Desamparados*, presentó trozos con buenas metalizaciones, principalmente el comprendido en las tres primeras. Inclina al Norte y se descubrió en la falda occidental del cerro *La Temprana* a la izquierda del arroyo Moralejo. En los primeros 18 metros su composición fué muy compleja pues contenía plata agría, plata roja, galena argentífera y óxidos, carbonato y pirita de hierro; en la mina *Vapor* presentó el crestón cloruro de plata y gran cantidad de pirita de hierro; *Barco Inglés* abundaba en galenas muy argentíferas y *Africana* en galenas y plata agría. Oscilaba su potencia entre 25 y 80 centímetros y se destaca su afloramiento en una longitud de un par de kilómetros.

Entre los filones del segundo y los del tercer sistema, en su primera serie, o sean respectivamente los dirigidos de N. a S. y de NE. a SO. son notables el que se trabajó en la mina *Diógenes* y el de *San Juan Facundo*. En la primera todas las labores fueron hechas antes del año 1854. Su afloramiento se señala perfectamente en el camino que desde *Diógenes* sube al parador de Justo, precisamente cuando se introduce en el terreno de acarreo: en su marcha al Sur está señala-

da por una fila de pozos inundados. Últimamente se cortó este filón, al avanzar la galería del primer piso de la mina *Los Tres Amigos* hacia Levante, con una potencia superior a un metro, presentando óxidos y carbonato de hierro abundantes con manifestaciones evidentes de plata en sus dos variedades *córnea y vílrea*.

El de la mina *San Juan Facundo* que atraviesa al primero de la segunda serie o sea el que está más al Norte de las minas *Antoñita* y *Los Compadres* se reconoció en una longitud de 260 metros. Descubierta en 1845 presentose en el comienzo con riqueza extraordinaria, hasta el punto de que hubo ejemplares que dieron más de 100 onzas de plata por quintal castellano. Su dirección media en la superficie es de N. 26° E. y en la mina *San Pedro* ha hecho saltar al del primer sistema que le corta.

Actualmente se siguen los trabajos por la Sociedad *La Bodera* en la mina *La Carolina* sobre el filón de la antigua *Tirolesa*, que explotó en sus primeros niveles la Sociedad *Diez Obreros*. Alcanzan aquéllos la profundidad de 360 metros y se proyecta llegar de momento hasta los 400 para hacer dentro de dichos niveles los correspondientes reconocimientos, tanto sobre el filón dicho como en el de la mina *San José* cuyos trabajos quedaron suspendidos a los 100 metros después de explotar la zona superficial metalizada en la primera época del distrito de Hiendelaencina, eligiendo tal profundidad por ser el nivel concordante con las primeras manifestaciones de la segunda zona rica en este distrito, con cuyos filones tienen gran semejanza.

Muchas de las concesiones mineras que tuvieron los nombres citados fueron caducadas y de nuevo demarcadas con otros distintos, pero en la localidad se siguen empleando los de las primitivas concesiones o los de las sociedades explotadoras por lo que nosotros también los hemos usado.

Riqueza de la mireralización de los filones de Hiendelaencina. — Con ser, complicado el problema filoniano de Hiendelaencina a causa de las fallas y cruces de filones, en realidad la complicación grande y de enorme interés industrial para el distrito estriba en la desigual y variable distribución de la metalización dentro de los mismos.

Primeramente haremos historia de lo que dicha metalización ha producido como mínimo, dato importante para juzgar de su riqueza cuando se presenta.

En el año 1871 el Ingeniero del Cuerpo de Minas Bautista Muñoz muy conocedor de Hiendelaencina por haber dirigido muchas de sus minas, se condolía de la penuria de las labores, en unos "Apuntes" que se han hecho célebres pues sirvieron de fundamento al posterior florecimiento del distrito, ocasionado por el arranque de mineral de plata que ha producido muchos millones de pesetas en las explotaciones de *Bontoux* y *La Plata*. Decía así: «De forma que el dis-

trito de Hiendelaencina ha dado por toda producción de sus diversos filones en los 30 años indicados, la cantidad de 64.496.266 pesetas. Véase si con razón se ha llamado distrito *rico*.

Y Bautista Muñoz debió quedarse corto pues tomó sus datos de las ventas de plata verificadas en la Casa de la Moneda de Madrid sin añadir las que se hicieron en Cartagena y en el extranjero.

Al poco tiempo, M. Bontoux dió con la metalización del contrapozo *San Miguel* de que luego hablaremos, extrayendo durante siete años 3.000.000 de pesetas anuales. Posterior y recientemente la Sociedad *La Plata* arrancó por valor de 7.000.000 hasta que arrendó sus minas proporcionando a los arrendatarios unas 500.000 pesetas. De modo, que sobre seguro y como mínimo se pueden precisar arrancados del distrito 93.000.000 de pesetas. Y de éstos el 90 por ciento del filón *rico*. Si se tiene en cuenta la reducida extensión de ese filón donde se ha verificado arranque, según se puede observar en el plano referido, dejando sin explotar toda la zona virgen comprendida entre *La Plata* y *Nueva Argentifera* y la de Poniente de *La Plata*, el fenómeno sorprende. Y la extrañeza procede de la especial metalización de estos filones. Ocurre, que inevitablemente la comparación ideológica surge con relación a los filones de plomo argentífero que son los más similares. Pero sucede que éstos son en su relleno completamente distintos a los de Hiendelaencina. Los de plomo se consideran muy ricos en plata cuando se añade al valor del plomo el de un kilogramo por tonelada. En los de Hiendelaencina jamás entra en cuenta el plomo en las ventas por su escaso tanto por ciento en el mineral preparado y su valor despreciable con relación al de la plata contenida en el mineral de venta. En muchos casos el plomo no aparece en pequeña ni en gran cantidad en el relleno del filón, constituido en sus componentes metalizados exclusivamente por todas las variedades de los sulfoarseniuros y sulfoantimoniuros de plata. Así, pues, se puede afirmar que desde el punto de vista de la metalización, los filones de plomo argentífero no guardan semejanza alguna con los de Hiendelaencina. Surge la comparación con las otras minas productoras de plata que no producen plomo o si acaso en valor despreciable con relación al de la plata, por ejemplo, con el colosal yacimiento de Comstock que hizo oscilar el mercado. Según Fuchs y Launay (página 805) en *La Ophir*, el mineral era estimado en un valor de 600 francos por tonelada y como caso excepcional habla de nidos de un valor de 4.000 francos. En los célebres filones argentíferos de Méjico, los mismos autores señalan a las minas famosas *Real del Monte Fachuca* leyes de 2,178 kilogramos en tonelada, si bien los filones tienen tres y hasta 15 metros de potencia, justificando su fama con la cantidad y no con la riqueza del mineral arrancado.

La media del valor de la tonelada en el mineral vendido por la Sociedad *La Plata* en el año 1910 fué de 1.261 pesetas a pesar de que el

kilogramo se vendió, a causa de la baja, a 79,30 pesetas. Y todos los meses se preparaban algunas toneladas de mineral rico de más de 10.000 pesetas de valor, destinadas a enriquecer por mezcla las toneladas pobres. Es, por lo tanto, el mineral de Hiendelaencina muy superior en riqueza al de Comstock; la fama de éste procede de su acumulación en grandes cantidades en las *bonanzas*. En cuanto a la ley en plata del mineral producido por los filones de Hiendelaencina para su directa comparación con los de Méjico copiaremos un cuadro oficial de los datos del arranque en 1910 en *La Plata*.

Metros cuadrados explotados en la zona rica.	500 m. ²
Mineral obtenido en venta	725.479 kgs.
Kilogramos de plata pura contenidos en el mineral	11.590,470 kgs.
Ley media del mineral	15,907 kgs. × ton.
Valor aproximado de la tonelada de mineral	1.261 pts.
Kilogramos de plata contenidos en el metro cuadrado arrancado	23,08 kgs.
Valor aproximado del m. ² el bajo precio de 79,30 pesetas medio de la campaña de 1910	1.830,24 pesetas

En la Estadística Minera de España aparecen, entre otros, los siguientes datos que figuran en los Balances de la Sociedad *La Plata* que casi en su totalidad daba la producción del distrito.

AÑOS	KILOGRAMOS DE MINERAL PRODUCIDO Y TRATADO	KILOGRAMOS DE PLATA PRODUCIDA
1903	81.907	1.937,547
1904	224.722	4.571,186
1905	354.682	5.106,469
1906	422.926	6.958,088
1907	578.964	7.858,134
1908	376.506	3.875,505

Los análisis medios de minerales de las minas *Diógenes* y *San Juan Facundo*, dieron lo siguiente:

Minas	P o r 1 0 0									
	Plata.	Plomo.	Antimonio.	Zinc.	Cobre.	Hierro.	Bario.	Azufre.	Sílice.	Pérdida
Diógenes	1	23	19,05	1,60	1,66	3,34	15,30	19,35	9,20	5,50
S. J. Facundo.	0,62	19,20	26,78	—	13,40	6,17	—	30,75	2,25	0,83

De una muestra de mineral procedente de un trozo de la parte del filón *rico* explotado por la Sociedad *La Plata* sacada de los depósitos del INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA ha dado:

Plata	22,90 %
Plomo	1,05 »
Antimonio	19,10 »
Cobre	1,70 »
Hierro	2,90 »
Alúmina	0,40 »
Zinc	1,57 »
Cal	1,90 »
Óxido de Bario	15,10 »
Azufre	16,14 »
Anhidrido sulfúrico	7,90 »
Sílice	9,20 »
	<u>99,86</u>

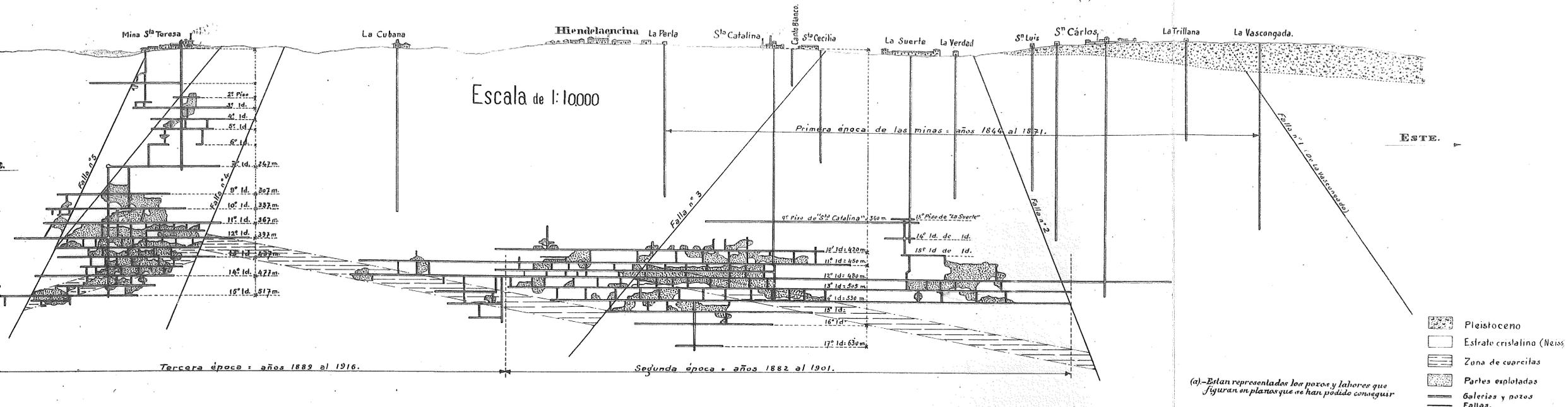
En vista de los datos que anteceden puede afirmarse que el llamado filón *rico* han dado minerales de más valor que ninguna de las minas similares conocidas.

Desigual distribución de la metalización en los filones de Hiendelaencina.—Después de lo dicho respecto a la riqueza de la metalización de los filones de Hiendelaencina, sorprende la actual y anterior paralización del distrito, alternadas con éxitos extraordinarios. Ello procede de dos concausas; la desigual distribución de la metalización dentro de la extensión del filón y de la falta de unidad de esfuerzos en las explotaciones trabajadas aisladas y reducidamente sobre un mismo filón por distintas sociedades. De esta segunda concausa nos ocuparemos posteriormente estudiando en este apartado la importante cuestión de la desigual distribución de las metalizaciones.

Para darse cuenta del fenómeno conviene recordar que los primitivos explotadores del filón *rico* en su afloramiento, explotaron una magnífica zona abundante en cloruros y bromuros. Que al igual, en

HIENDELAENCINA

PLANO DE LABORES SOBRE EL FILON "RICO" EN PROYECCION VERTICAL E.O. (a)



el filón *Malanoche* y *Tres Amigos* se encontró mineral de la misma clase. Esto ocurrió, repitiéndose el caso en los otros filones, allí donde el manto de terreno de acarreo que recubre a trozos el neis conservó intactos los afloramientos enriquecidos por las aguas cloruradas y bromuradas de los mares antiguos. Donde la denudación, eliminando el terreno de acarreo, hizo desaparecer el primitivo afloramiento, éste aparece pobre como en toda la extensión de la zona de *La Plata*. Sin embargo, hasta donde llegan las influencias de las filtraciones superficiales, en todos se ha recogido alguna plata. Alrededor de la profundidad de 100 metros, el filón francamente baritoso con hastiales de neis y sin influencias cuarzosas, la metalización es escasa, en el sentido de que en realidad el yacimiento es un verdadero filón de barita con sustituciones de sulfoarseniuros y sulfoantimoniuros en manchones con tendencia a la horizontal (consecuencia del paralelismo de dirección entre la filoniana y la rudimentaria estratificación de la roca de caja) y condensaciones del remanso de la inyección en las cercanías de las fallas y grietas transversales. Las cercanías de la falla de *La Vascongada* y la de Poniente de *La Plata* proporcionaron grandes riquezas.

Continuando el estudio de los filones en profundidad, observamos que de 100 a 200 metros, donde se estancaron la mayor parte de las explotaciones antiguas, en realidad los filones son de relleno baritoso predominante. Al llegar a las profundidades de 300 metros el aspecto del neis donde arma el filón, comienza a cambiar haciéndose cuarzosos, y simultáneamente cambia el relleno filoniano comenzando a mezclarse el cuarzo con la barita. Y por fin, por debajo de los 400 metros y alrededor de los 500 aparecen bancos de cuarcitas sustituyendo al neis, el relleno del filón cambia abundando más el cuarzo, y en ellos aparecieron ricas metalizaciones en que predominaban las denominadas plata roja y plata agria, mezcladas con todas las variedades de sulfoarseniuros y sulfoantimoniuros.

En lugares donde las paredes de la grieta filoniana estaba constituida por las cuarcitas, la metalización argentífera se ha manifestado en todo su esplendor, como sucedió en la galería intermedia de los pisos 13 y 14 del contrapozo de la Sociedad *La Plata*, donde se perforó un pocillo en cuarcita que produjo en su avance, sin arranque lateral, 2.000 kilogramos de plata, más de 200.000 pesetas entonces de valor, resultando a más de 5.000 pesetas el metro cuadrado de filón; la potencia de éste completamente metalizada en plata roja en su mayor parte, era superior a 20 centímetros. Fué un caso similar al que le ocurrió a Bontoux en el contrapozo *San Miguel*.

La zona superficial rica apareció hasta una profundidad alrededor de 150 metros en *Segunda Santa Cecilia*, *La Fuerza*, *Tres Amigos*, *La Vascongada*, *Las Dos Naciones*, *San Juan Facundo*, *Diógenes*, etc.

Entre esta zona superficial y la inferior, a unos 350 metros, donde encontraron Bontoux y la Sociedad *La Plata* el filón armando en cuar-

citadas espléndidamente metalizado en unos trozos, hay una zona de neis completamente estéril.

Pero la distribución de la metalización dentro de la extensión del filón es muy desigual, pues cuando se presenta es en trozos de poca altura alargados en sentido horizontal o ligeramente inclinados afectando la forma de lentejas. Cuando el filón metaliza lo hace en esa forma, en más o menos número, con mayor o menor importancia cada una de ellas. Existen regiones donde así sucede, pero hay otras en las que conservándose la grieta filoniana perfectamente definida, unas veces con reducidísimos espesores y otras hasta tener 40 centímetros de potencia, no se halla la menor huella ni señal de la inyección filoniana metalizada, y así ocurre en varios centenares de metros de galerías en dirección sobre el filón *rico*.

Hasta ahora, salvo detalles especiales de alguna mina, hay que distinguir dos zonas de metalización; una superficial hasta los 150 metros aproximadamente y otra que aparece entre los 300 y 500 metros de profundidad.

La primera se presentó en casi todas las minas que contenían el filón *rico*. Existió en *Segunda Santa Cecilia, La Fuerza, Tres Amigos, La Vascongada, Las Dos Naciones, San Juan Facundo, Diógenes, etc.*

Las metalizaciones en la zona inferior comenzaron según se ve en la proyección vertical del filón *rico* hacia los 350 metros y termina en los 520 metros en el grupo de minas que trabajó la Sociedad *La Plata*.

En ese trozo, explotado entre dos fallas, presentó magníficas metalizaciones tanto cuando armaba en el neis, como en los pisos 9 y 12 a los 300 y 400 metros de profundidad, como cuando su caja eran cuarcitas en los pisos 14 y 15 entre los niveles 450 y 520 metros.

En el grupo de *La Catalina*, explotado por Bontoux, se encontraron minerales argentíferos a los 450 en el neis y la gran riqueza en los pisos 11 y 13 a 480 metros en las cuarcitas.

A mayores profundidades está el filón sin reconocer, lo mismo que en gran parte de su corrida a niveles superiores.

Para el Sr. M. Ormaza, que ha dirigido casi todas las minas del distrito durante los últimos 20 años, la influencia atractiva de la cuarcita es evidente. Tanto es así, que a su conocimiento se deben los éxitos de metalización en *La Plata*, pues conocido el hecho de las descubiertas por Bontoux dentro de ella al dar con una capa semejante en las labores que llevaba aquella Sociedad, se trabajó a toda prisa en galería y pocillo para dar con la intersección del filón y el banco de cuarcitas, donde, efectivamente, a los 444 metros de profundidad se dió con ellas sobre filón, con la excepcional riqueza que hemos mencionado anteriormente.

Lo que sí puede decirse, pues la experiencia así lo confirmó, es que a las profundidades señaladas en el plano, se han encontrado en el

neis importantes zonas con metalizaciones muy ricas en longitudes relativamente pequeñas del filón y que en labores donde sus hastiales eran cuarcitas se hallaron las mayores concentraciones de minerales argentíferos.

Expuesto lo anterior, llega el momento de observar, que sorprende en la historia del distrito desde su descubrimiento, la periódica alternancia de éxitos y fracasos. A las riquezas explotadas por Gorritz, siguieron los éxitos de *San Carlos* y *La Vascongada*; seguidamente se estancó el distrito, paralizándose casi totalmente hasta que Bontoux lo puso en pleno éxito. Al decrecer éste y vender aquél sus minas, pareció llegado el agotamiento de la riqueza y he aquí que a los pocos años *La Plata* extrae 7.000.000 de pesetas en menos de 300 metros. Después de lo dicho sobre la desigual distribución de la riqueza, el fenómeno se explica bien sencillamente. Trabajando cada explotador un reducido espacio de filón, el éxito se presentaba fulminante y estruendoso cuando alguno de los mineros daba con alguna de las metalizaciones señaladas anteriormente. Cuando tal no sucede, el distrito no produce, pues la metalización no tiene términos medios.

Pocos casos como este se habrán presentado en minería en que la unión de todos los parciales esfuerzos de los mineros sobre un mismo filón de excepcional riqueza, están indicadas para unificarse bajo una sola dirección, ejecutando un plan de reconocimiento común del filón. Labor que podría servir de guía para trabajar los otros del distrito detenidos por ir a la zaga de los resultados obtenidos en el *rico*.

Fallas y otras grietas filonianas transversales.—En las grietas transversales de esta red filoniana hay que distinguir dos clases. Unas, que son las verdaderas fallas, hacen saltar notoriamente el filón, pues en el espacio comprendido antes y después del salto, el relleno de la grieta transversal productora del movimiento no es filoniano sino simple trituración del material de los hastiales de la grieta transversal. Y otras, en las que la grieta filoniana se desvía de su dirección normal siguiendo la de la grieta transversal durante cierto trecho y mezclando su relleno metalizado con el estéril de ésta. En el primer caso se trata de grietas transversales productoras del desplazamiento posterior a la inyección filoniana pues que se la llevó consigo el movimiento del terreno, y en el segundo parece indudable que si bien la grieta transversal era anterior (al seguir la del filón *rico* durante un cierto trecho del camino de mínima resistencia que le marcaba la fractura existente) la inyección fué posterior al contaminar el trozo común a las dos grietas. De aquí que quizás estas fallas que desvían el filón puedan considerarse como filones transversales.

Limitándonos al filón *rico* por ser el más conocido y el único que realmente se ha explotado, se sabe que está cortado por varias fallas

y filones que han ocasionado interrupciones completas de aquél, unas veces de pocos metros con saltos de pequeña importancia, volviendo a encontrarse fácilmente la grieta filoniana mediante un corto cruce-ro, mientras que en otros sitios los cruces con los otros filones y las fallas, ocasionaron cambios y giros, de tal modo que no se ha conseguido encontrar su continuación.

Estas fallas fueron la desesperación de los explotadores del filón *rico* que trabajando independientemente no hilvanaban las resultantes teóricas de sus esfuerzos de reconocimiento. Poco a poco, sobre todo al unificarlos todos bajo una misma dirección, se han ido resolviendo y alcanzando en parte, si bien queda en pie todavía el enigma de la falla de *La Vascongada* que es la más importante de todas y donde desde un principio se estrellaron todos los esfuerzos de los mineros trabajadores de las minas *San Carlos* y *La Vascongada* que tropezaron con ella cuando sus labores estaban en plena metalización que allí terminó, extinguiéndose por completo y sin conocer si existe o no la continuación del filón *rico* a Levante de la falla.

Va ésta de NE. a SO. y se ha discutido mucho para resolver ese importantísimo problema geológico y minero, aplicando las distintas interpretaciones de la regla de Smith (M. P. Uhlech y otras) para determinar el sentido del salto. Bien sea porque éste va contra la regla o porque su amplitud es exagerada, no se ha descubierto todavía la continuación de la grieta correspondiente al filón *rico*.

Muchos han creído y creen que en esa falla termina el filón; opinan otros lo contrario, fundados en que se asegura que antes de llegar a ella las labores de *La Vascongada* siguieron en todos los pisos con riqueza y que habiéndose bifurcado el filón en su proximidad, ambos ramales fueron de potencia y metalización uniformes hasta su cruzamiento con aquélla, sin ninguna indicación que marcara la desaparición o extinción de aquél, cosa que por lo general no ocurre al terminar un filón, extinción que sólo se verifica al atravesar la falla «pero con caracteres tan claros de resbalamiento, según Bautista Muñoz, que basta inspeccionar la superficie de contacto para comprender desde luego que ha debido producirse un salto de bastante amplitud». Siendo Director de la mina *San Guillermo* ese mismo ingeniero, pudo observar que al comunicar esta mina con *La Vascongada*, a fin de proporcionar ventilación, la galería de comunicación atravesó la falla al Sur del punto de contacto de ella y el filón, encontrando en el cuerpo de aquélla un pequeño trozo de éste, con marcas indelebles de resbalamiento y con pintas de plata roja. El Sr. Mallada dice que en la mina *San Guillermo* en un crucero de 217 metros al Sur del pozo maestro en el 7.º piso se ha cortado un ramalito de galena argentífera que remató en blenda, el cual fué reconocido en 13 metros y que a los 7 mts. al Sur del mismo se vió una guía sin metal. Al Norte del mismo pozo y en el mismo piso, existe otro crucero que tiene descubiertos unos 60 metros, habiendo seguido durante 45 me-

tros otro ramal metalizado por pirita de hierro con ganga de barita y cuarzo. Sólo a título de información reproducimos esos datos.

A Levante, más allá de la falla, donde aparecen los llanos de Rolvedo, ninguna de las labores verificadas en *Arcángel San Miguel*, *Laura*, *Mallorquina*, *La Catalana*, *San Martín*, etc. para dar con la continuidad del filón, ha dado resultados positivos. Dificulta las labores de reconocimiento la circunstancia de que todo el llano está recubierto de un manto de terreno de acarreo de considerables espesores, variables entre 30 y 80 metros que recubre el neis donde arman los filones. De manera que la imposibilidad de reconocer los afloramientos dificulta el problema.

Por otra parte, las labores mineras por pozos y sondeos han hecho ver que el neis inferior al terreno de acarreo forma una especie de cauce o barranco recubierto en el que se señala una fuerte corriente subterránea que al recoger las aguas de filtración ha sido causa del fracaso de algunos pozos de reconocimiento, tales como el de *La Catalana* y el *San Martín*, detenidos por la fuerte producción de agua procedente de la corriente subterránea señalada.

Para hacer investigaciones en busca de la continuación del filón se han hecho sondeos que no dieron resultados prácticos y últimamente se ha tratado de estudiar el problema por los modernos procedimientos geofísicos empleando los métodos sísmico y eléctrico, según se verá más adelante.

Otra grieta o falla de importancia, aunque ni con mucho como la que tiene la de *La Vascongada*, es la situada en la parte Poniente de las concesiones que trabajó *La Plata*. Por las investigaciones que se hicieron al Oeste de ella, en la mina *Nochebuena* y otras labores superficiales, se sabe que el mineral se presentó más antimonioso, cargado de galena y menos rico en plata.

Se establecieron allí en un principio varias sociedades que con escasos trabajos pusieron de manifiesto el filón en varios puntos, mas considerándolo estéril por aquella parte, abandonaron las minas cuando sus vecinos estaban en plena producción.

Filones de La Nava de Jadraque.—En realidad los filones de La Nava de Jadraque son (todos los que netamente aparecen) *filones capas*, coincidentes en la dirección N.-S. de los estratos. Ocurrir que a veces éstos aparecen cruzados de grietas de poca importancia, si bien en gran número, que en algunos casos tanto en la teoría como en la práctica (cuando alguna labor de reconocimiento ha seguido la grieta transversal) han podido considerarse como filones. Su buzamiento es, por lo tanto, el mismo que aparece señalado en el plano para los estratos, o sea, al Oeste. El relleno es casi siempre el cuarzo aurífero, cuya ley de oro ha dado lugar a tantas controversias.

El oro, como ya hemos dicho, se presenta en dos formas; en partículas tenues que flotan por capilaridad en el agua y en grano, corres-

pondiendo ambas variedades a distintos aspectos característicos del relleno de cuarzo; una blanco lechoso y otra con óxido de hierro. Claramente se comprende que a pesar de la antigüedad de algunas labores no se ha avanzado en la época moderna de la etapa de prospección en el estudio del distrito, dado que las labores quedan reducidas a menos de 10 metros de galería no habiéndose llegado a precisar con entera exactitud la ley media en oro de cada uno de los filones. De las fantasías antiguas (fundamentadas en el análisis de muestras aisladas) no se debe tratar en un estudio serio del asunto. El señor M. Ormaza aporta al dato que de cerca de 100 toneladas arrancadas de distintos filones y transportadas a Hiendelaencina para su beneficio por cianuración y electrolisis, dieron una media, después del escogido, de nueve gramos en tonelada. De los aluviones no se obtuvo nunca una ley superior a dos gramos y generalmente inferior a uno.

A pesar de haber ensayado más de cien toneladas para su beneficio, como éstas fueron una aglomeración de las arrancadas de varios filones, la ley señalada no precisa con exactitud el problema. Quizás con un buen trabajo de reconocimiento se pudieran seleccionar unos filones de otros y aun dentro de éstos las rocas más metalizadas con leyes distintas en más y menos de las señaladas.

El resultado del ensayo industrial dicho, hizo patente que las laminillas tenues de oro flotantes que no se amalgamaban, cianuraban y precipitaban perfectamente constituyendo el 60% aproximadamente del contenido total y que los granos cianuraban con dificultad, no recogándose en las placas de precipitado. En vista de ello, al propio tiempo que se comprobaba la causa del fracaso de la amalgamación, se hizo palpable la necesidad de simultanear los dos tratamientos para el total beneficio, elevando considerablemente los gastos.

Canteras

Son muy escasas y sólo trabajan con intermitencias las que corresponden a la zona que consideramos, limitándose su explotación y esto en corta proporción, a las calizas cretácicas de San Andrés del Congosto, Congostrina, Palmaces y Pinilla y a la producción de yeso en el primero y último de dichos pueblos.

En la floreciente época de Hiendelaencina han adquirido relativa importancia tanto para la fabricación de cal como para el yeso que se empleaban en las múltiples construcciones que allí se hacían; pero paralizando el trabajo de las minas, quedaron y siguen reducidas al suministro de la escasa cantidad que se invierte en el revoque y enlucido de los edificios existentes y los que en corto número se construyen, siendo el empleo principal de la piedra caliza el afirmado de las carreteras.

Las pizarras silurianas en capas de bastante espesor y la variedad

tegular que en otro tiempo alcanzaron asimismo importante aprovechamiento, dieron lugar a un buen número de canteras, de las cuales existen multitud de escombreras en el paraje denominado Fuente del Espino en el camino de Hiendelaencina a Aldeanueva, y en general en las faldas del Alto Rey. Fueron explotadas para la construcción de baldosas para pisos y cubiertas de tejados, llegando a ser remitidas a Sigüenza, Guadalajara y Madrid por su buena calidad, pero la carestía de su transporte obligó a paralizar su arranque, limitándose actualmente al abastecimiento de la escasa cantidad que en los pueblos de la región se emplea.

Tejares.—Existen también en corto número dedicados actualmente a la elaboración de teja. El más importante, del cual se obtuvo en los buenos tiempos de Hiendelaencina además de la teja, ladrillo y baldosas, se encuentra a la salida de dicho pueblo por la carretera en construcción de Atienza.

HIDROLOGÍA

En la Hoja de Hiendelaencina aparecen parte de las tres cuencas de los ríos denominados: El Sorbe que discurre por la parte occidental; el Bornoba que ocupa la región central, y el Cañamares que se desarrolla por el extremo de Levante.

El primero de dichos ríos se origina de la confluencia de los arroyos Sonsaz y de la Zarza, en el término municipal de Cantalojas, y atravesando la formación siluriana bajo escarpados y profundos cortes, corre por los términos de La Huerce, Umbralejo y Semillas, recogiendo las aguas de las vertientes oriental del Ocejón y occidental de las Lomas del Reventón, Cedaceros y Sierra Gorda, para entrar ya en cauce abierto y de suaves pendientes por los terrenos modernos hasta su desembocadura en el Henares. La dirección media es sensiblemente de N. a S. y forma en parte los límites de los términos mencionados.

El Bornoba tiene como afluentes más importantes, entre otros, el arroyo Cristóbal o de La Vega que baja por los términos de Aldeanueva y Las Navas, el Pelagallinas que descendiendo desde la parte alta de la vertiente septentrional de la Sierra del Alto Rey por Prádena, se une a dicho río aguas arriba de la fábrica *La Constante* y el denominado Riohondo que se une en las proximidades de Alcorlo; todos ellos afluentes por la margen derecha; por la izquierda recoge las aguas de los arroyos de la *Fuerza* y *Diógenes*, encauzándose de este modo todas las de la vertiente meridional del Alto Rey y las de las correspondientes a las diferentes lomas que ocupan la parte central. Nace el Bornoba en la denominada fuente del Manadero, término de Somolinos, y desarrollándose en las proximidades de su origen por la zona triásica de Albendiego entra en el Siluriano por los términos

de Prádena y Gascuña; sigue también por esta parte entre profundos barrancos alcanzando el terreno Estrato-cristalino en la fábrica *La Constante*. Su dirección media es N.-NE. hasta la unión con el arroyo Cristóbal en el paraje denominado Entre-Ríos, doblando después al S. casi fijo por Alcorlo y San Andrés del Congosto entre cuyos términos corta el terreno Cretáceo, entra en las vegas de la Toba y Membrillera y se une al Henares en las proximidades de Jadraque.

El río Cañamares tiene su origen en los términos de Miedes y Romanillos y del mismo modo que el Bornoba corre, primeramente por la mancha triásica del pueblo a que debe su nombre, abriéndose paso a continuación por el contacto entre un asomo porfidico y el Siluriano de La Miñosa; entra en la zona néflica por Naharros y sigue bajo la dirección NO.-SE. hasta el molino de la Alberguería, doblando casi en ángulo recto hacia Poniente para penetrar en los terrenos Triásico y Cretáceo de Pálmaces; vuelve a dirigirse hacia el S. y sigue por el Terciario hasta su conjunción con el mencionado Henares, aguas arriba de la estación de Jadraque.

Son todos ellos, dentro de la zona que consideramos, ríos de pronunciadas pendientes y escarpadas márgenes, clasificados como de régimen torrencial, oscilando sus respectivos caudales o gasto entre límites considerables.

Según aforos practicados en el Bornoba por el ingeniero de Caminos D. Federico Ruiz Benito con motivo de aprovechamiento industrial, hechos por los años 1899 y 1900, el gasto medio hallado se resume en el cuadro que a continuación señalamos:

Año 1899			
Julio	3.649	litros por segundo	
Agosto	1.237	íd.	íd.
Septiembre	1.683	íd.	íd.
Octubre	2.293	íd.	íd.
Noviembre	4.108	íd.	íd.
Diciembre	4.415	íd.	íd.
Año 1900			
Enero	5.743	litros por segundo	
Febrero	5.910	íd.	íd.
Marzo	6.507	íd.	íd.
Abril	7.524	íd.	íd.
Mayo	6.016	íd.	íd.
Junio	4.636	íd.	íd.

Indudablemente debió de tratarse de un año excepcional de aguas, especialmente durante el período de estiaje, porque salvo casos de

tormentas es raro que alcance el mencionado gasto. Según datos experimentales recogidos teniendo presente la fuerza desarrollada y el coeficiente de rendimiento en las centrales hidroeléctricas que en dicho río tienen instaladas algunas empresas mineras de Hiendelaencina, se puede asignar sin gran error el gasto medio siguiente dentro de cada una de las estaciones anuales:

Durante la primavera	1.500	litros por segundo		
Íd. el verano	500	íd.	íd.	
Íd. el otoño	2.000	íd.	íd.	
Íd. el invierno	2.500	íd.	íd.	

De los otros dos ríos citados no tenemos datos concretos, pero como muy aproximado podemos asignarle al Sorbe un 75 % más de caudal que el Bornoba dentro de las mismas épocas consideradas y un 50 % menos al Cañamares, con lo cual dejaremos fijado el gasto medio que prácticamente se puede señalar a cada uno de los tres ríos que dejamos descritos.

Las fuentes o manantiales no son realmente muy numerosas, pero coronadas las sierras y cerros por las nieves gran parte del año, surgen, especialmente dentro del terreno Siluriano, algunos manantiales intermitentes y continuos, suficientes para abastecer los pueblos de la zona y conservar en parte el caudal de los ríos que mencionamos. En general, existen manantiales continuos dentro de todos los terrenos que la Hoja comprende, y de la calidad de sus aguas dan fe los análisis hechos por el Sr. Menéndez Puget en el Laboratorio del INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, de los cuales acompañamos el correspondiente cuadro a continuación, habiéndose tomado como tipos una muestra de fuentes que nacen en cada uno de los terrenos geológicos que en el mapa figuran:

Aguas analizadas del					
	Neis	Siluriano	Trias	Cretáceo	Acarreo
	Fuente de la Antonita — Hiendelaencina	Fuente del Zahori — Robledo de Corpes	Fuente de Pálmaces	Fuente de Congostrina	Fuente de San Martín — Hiendelaencina
Residuo a 1,20 %	0,105	0,019	0,103	0,905	0,135
Íd. a fusión	0,070	0,011	0,093	0,595	0,055
Anhidrido sulfúrico	0,008	0,004	0,023	0,134	0,002
Cal	0,006	0,002	0,016	0,161	0,003
Magnesia	0,022	0,006	0,001	0,065	0,001
Cloro	0,016	0,001	0,014	0,075	0,012
Cloruro sódico correspondiente	0,027	0,002	0,024	0,125	0,021
Grado hidrotimétrico total	5	3	13	52	5
Íd. permanente	4	3	11	33	4

X

VARIOS

Agricultura

Tiene escasísima importancia en la zona que nos ocupa, limitándose a la producción de la patata que es el alimento básico de los habitantes del país y a la de cereales, especialmente la cebada y el centeno; el trigo se cultiva en la cantidad casi exclusivamente necesaria para el pago de tributos, tales como la asistencia médico farmacéutica, a cuyo fin es corriente el sistema de igualas anuales y pago en especie y otras atenciones análogas.

De la descripción agrícola y forestal de la provincia de Guadalajara por D. Carlos Castel, Ingeniero de Montes, proceden los análisis siguientes:

Muestra de tierra tomada en las inmediaciones de Hiendelaencina:

Arena silícea	87,40
Arcilla	9,20
Cal	0,00
Mantillo	0,40
Otras substancias (micas feldespato) ..	3,00
	<u>100,00</u>

Muestra tomada en el camino de Robledo a la Boder a la salida del pueblo:

Arena silícea	69,75
Arcilla	27,75
Cal	0,00
Mantillo	1,50
Otras substancias	1,00
	<u>100,00</u>

Falta, y es natural que así ocurra, el elemento calizo, pues se trata de terrenos de acarreo formados por detritus de las cuarcitas y pizarras silurianas y del neis.

Muestra procedente de Congostrina:

Arenisca silícea	46,80
Carbonato calizo	18,95
Arcilla	32,25
Mantillo	2,00
	<hr/> 100,00

Como procedentes en parte esas tierras de las calizas del Cretáceo son bastante calcáreas y la arenisca silícea que en ellas aparece es el resultado de la destrucción y arrastre de los materiales que integran la parte más alta de esos bancos y de las rocas triásicas.

Fábricas de beneficio de minerales.—Existen todavía algunas de estas fábricas que aprovechando saltos hidráulicos en los ríos Bornoba y Sorbe, beneficiaban las primeras los minerales de plata y la segunda los de oro de La Nava de Jadraque.

De las de plata, denominadas *La Oportuna*, *La Previsión* y *La Constante*, la más importante fué la última que benefició más del 70 % del mineral explotado en el mismo. La fotografía n.º 2 da idea de su importancia a juzgar por los restos que de ella se conservan.

La del Sorbe que sirvió para el beneficio de minerales auríferos, está en la actualidad parada, aunque conservando gran cantidad de maquinaria para el tratamiento del mineral, especialmente los bocartes empleados en la trituración y aparatos de clasificación.

Centrales hidroeléctricas.—Dos son las que actualmente funcionan en el término de Hiendelaencina aprovechando las aguas del Bornoba; una que perteneció a la antigua Sociedad *La Plata* que hoy es propiedad de la denominada *Minas de plata de Hiendelaencina* y la otra que fué de *La Nueva Argentífera* y pertenece en la actualidad a la Sociedad *Inmobiliaria Industrial*.

La primera consta esencialmente de un par de turbinas de eje horizontal, tipo VOIT, acopladas directamente a dos generadores de corriente alterna trifásica bajo una tensión de 5.000 voltios, con potencia global de 250 HP.

Y la segunda, aguas arriba de la precedente, dispone de otros dos grupos gemelos de 100 HP. cada uno, compuestos de turbinas también de eje horizontal que mueven por medio de correa un par de dinamos de corriente continua, tipo GRAMME, bajo un potencial de 500 voltios.

Ambas centrales están aplicadas en marcha normal a la producción de energía eléctrica para los diferentes servicios de sus respec-

tivas minas, tales como la perforación mecánica por aire comprimido, extracción, preparación de minerales y alumbrado en general.

Sondeos.—Se hicieron varios sondeos que no fueron importantes pues no pasaron de 100 metros. El tipo de sonda empleado fué, en todos los casos, el INGERSOLL-RAND de granalla de acero, ejecutando taladros de 0,20, 0,16 y 0,12 metros de diámetro, emplazados en el terreno de acarreo que se atravesó, aplicando entubado de hierro, en los llanos de *San Martín* y concesión *Tres Amigos* por *La Regeneradora* y *Société d'Etudes de Hiendelaencina*, respectivamente.

XI

GEOFÍSICA

Por concurso público se adjudicó al Instituto Privado de Geofísica Práctica «GEOS» S. A., el estudio geofísico de la zona minera de Hiedlaencina (Guadalajara).

Los métodos empleados por la Soc. «GEOS» fueron: el *sísmico*, y el *eléctrico*, patente «Ambronn».

El objeto de estos estudios fué la determinación de la falla de *La Vascongada* y la probable continuación del filón *rico* a Levante de ella.

Método sísmico

Se funda el método de prospección sísmica, en la medición de la velocidad de propagación de las ondas sísmicas a través de las distintas clases de rocas que forman los diferentes estratos de la corteza terrestre.

Las ondas elásticas se producen por la explosión de uno o varios cartuchos de dinamita enterrados a profundidades variables conocidas, se aprecian en varios sismógrafos y su movimiento queda impresionado fotográficamente en un aparato registrador.

Las velocidades de propagación de las ondas elásticas se determinan trazando las curvas dromocrónicas, cuyas abscisas son las distancias desde el punto en que se produce la explosión, hasta el sismógrafo (distancias epicentrales), y las ordenadas son los tiempos empleados por la onda en recorrer dichas distancias.

En un terreno homogéneo, al producirse vibraciones elásticas por medio de una explosión, se propagan en todas direcciones con una

velocidad constante y característica de la roca que forma el terreno.

Si a poca distancia del punto en que se verifica la explosión, se colocan un sismógrafo y un aparato registrador, y se hace que en la misma banda de papel fotográfico en que las vibraciones se registran se registre también el momento de la explosión y en la misma escala adoptada para los tiempos, la velocidad de propagación de las ondas en la dirección que une el sismógrafo con el punto *E* en que aquella tiene lugar, vendrá dada por el cociente de dividir la distancia entre ambos puntos por el tiempo transcurrido desde que se produce la explosión hasta la llegada al sismógrafo del primer grupo de ondas por

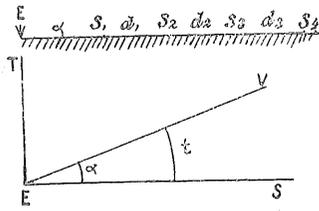


Figura 1.ª

lo tanto, colocando varios sismógrafos en línea recta con el punto de explosión, el tiempo que tardan las ondas en llegar a los sismógrafos *S*₁, *S*₂, *S*₃ y *S*₄, será proporcional a su distancia al punto *E*. Figura 1.ª

Tomando como ordenadas los tiempos y como abscisas las distancias *E* a *S*₁ a *S*₂ etc., se podrá trazar la curva dromocrónica, que para el caso que consideramos sería la recta *EV*. Como

$$V = \frac{S}{t} = \cotg \alpha,$$

vemos que la velocidad viene dada por la cotangente del ángulo que forma la curva dromocrónica con el eje de los espacios.

Si suponemos ahora un terreno exterior moderno situado sobre otro muy antiguo, en el que la velocidad de propagación de las ondas sea mucho mayor, la curva dromocrónica tendrá la forma que representa la figura 2.ª. El codo *M* corresponde al punto del terreno al que llegan a la vez la onda superficial y la que se refleja en la superficie de discontinuidad de los estratos, es decir, la que sigue el camino *ES* y la que sigue el camino *EE' + E'S' + S'S*. Figura 3.ª.

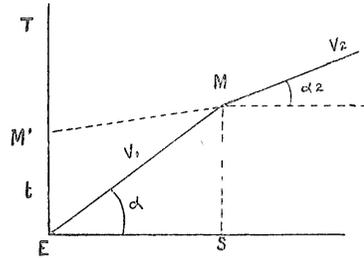


Figura 2.ª

Se demuestra que la profundidad *h* es igual a la mitad del tiempo *t* = *M'E* multiplicada por la velocidad de propagación la capa superior *V*₁; es decir, $h = \frac{1}{2} t \times V_1$.

De lo anterior se deduce que este método de prospección geofísica será tanto más exacto cuanto la separación de los estratos se aproxi-

me más a la horizontal, cuanto más distintas sean las velocidades de propagación y cuanto mayor sea el espesor de los grupos de capas.

La determinación de las fallas, por lo tanto, será sólo posible cuando su relleno sea de materiales de muy distinta velocidad de onda que la de las rocas que forman su caja y cuando su potencia es suficiente para que sea apreciable la variación de velocidad de las ondas sísmicas.

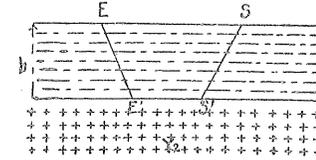


Figura 3.ª

Aparatos empleados.—Los sismógrafos son del tipo de péndulo vertical. Una masa *M* que pesa 150 gramos está sostenida por dos hojas de acero, *L* y *L'*, unidas fuertemente a la armadura *N*, de gran peso (9 kilogramos) con relación a la masa *M*. Por lo tanto, al producirse el primer movimiento en el suelo, puede suponerse que *N* está fija y sólo se mueve la masa *M* en sentido vertical. En el extremo superior del eje que verticalmente atraviesa a la placa *M* hay un carboncito cortado a bisel y colocado perpendicularmente (de modo que su contacto sea un punto), a otro *b* que está unido al balancín *b c* susceptible de oscilar por medio de unos cuchillos de ágata.

El balancín está dotado de amortiguación electro magnética y de un dispositivo para desplazar ligeramente la posición de su centro de gravedad. De los costados *a* y *b*, salen los conductores por los que circula una corriente eléctrica suministrada por una batería de acumuladores.

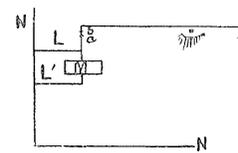


Figura 4.ª

Vemos, pues, que al oscilar la masa *M*, la resistencia eléctrica del contacto *a b* varía simultáneamente y, por lo tanto, la corriente que recorre el circuito exterior; con ello se ha transformado el movimiento sísmico en una corriente eléctrica de intensidad variable. Veamos ahora cómo se la registra en el sismógrafo.

Para ello se hace llegar al lado *AB* del puente de Wheatstone, la corriente continua de intensidad variable, teniendo previamente compensado el puente, por medio de una resistencia también variable, para que por su diagonal no pase corriente; en dicha diagonal va instalado un galvanómetro de cuerda. Figura 5.ª.

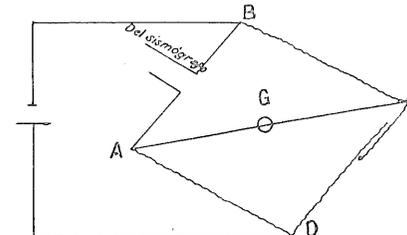


Figura 5.ª

En el momento que oscila el sismógrafo y varía la corriente de su circuito exterior, se interrumpe el equilibrio del puente de Wheatstone y el hilo del galvanómetro se mueve, verificándose este movimiento según la regla de los dedos de la mano derecha.

Así queda el movimiento del sismógrafo transformado en el de oscilación del hilo del galvanómetro.

Un foco luminoso cuya imagen coincide con el hilo, se proyecta sobre una bobina de película fotográfica, que gira a gran velocidad, en la que se impresiona el sismograma.

El aparato registrador consta de seis galvanómetros análogos; por medio de 5 de ellos se obtienen las gráficas correspondientes a cinco sismógrafos, y el sexto se utiliza para determinar el momento de la explosión; para ello se intercala en su circuito interior el hilo que envuelve la carga explosiva y que al romperse al verificarse la explosión, varía mucho la resistencia eléctrica de su circuito, dando lugar a un desplazamiento brusco del hilo del galvanómetro que queda registrado en su gráfico.

Obtenidos los sismogramas y medidos en ellos los tiempos, se pueden construir las curvas dromocrónicas.

Empleando los aparatos descritos y siguiendo el método expuesto, se han estudiado en Hiendelaencina 34 líneas sísmicas. En cada caso se han colocado los sismógrafos en posiciones sucesivas a lo largo de cada perfil, variando también, en cada uno, la distancia del punto donde la explosión se produce, en la forma que indica este croquis:

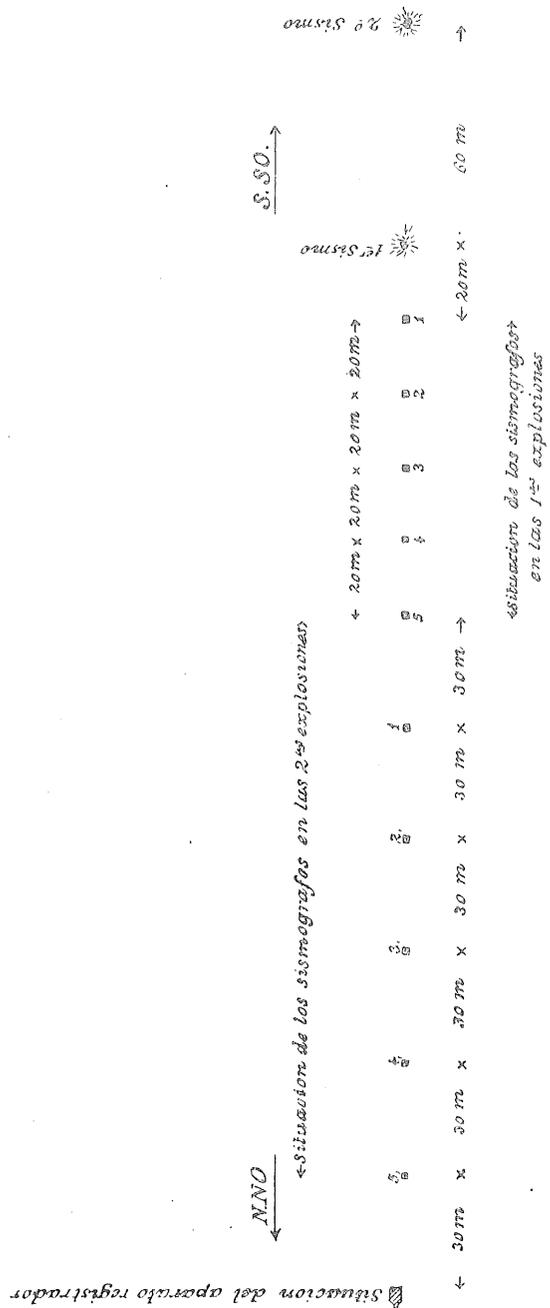


Figura 6.ª

Cuanto más alejados están los sismógrafos del punto donde se verifica la explosión, mejor pueden estudiarse las ondas que se transmiten por las capas profundas.

En la zona estudiada, el neis, que aflora en la parte occidental, se encuentra recubierto por el Aluvial de espesor variable que aumenta hacia el Este.

El primer estudio consistió en determinar la velocidad de propagación de las ondas sísmicas en estas dos clases de terreno.

La velocidad de propagación en el terreno de recubrimiento, no ha podido hacerse directamente pues por lo complejo del depósito se obtenían valores muy diferentes aun para puntos relativamente próximos. Únicamente tomando la velocidad media en cada punto de investigación para todo el recubrimiento, se han obtenido valores comparables, cuya magnitud es algo más de 2.000 metros por segundo.

En el neis, por el contrario, se ha obtenido con gran uniformidad la velocidad de 5.500 metros por segundo. Dado el reducido espesor de la falla *La Vascongada* (3 a 4 metros) ha sido imposible medir las diferencias de velocidad de propagación de las ondas sísmicas entre sus hastiales y el terreno de relleno, por lo que se ha recurrido a un artificio para poder hacer una hipótesis sobre su recorrido.

La hipótesis es que la falla debe coincidir con una zona de mayor erosión superficial que las colindantes o sea con un valle del neis anterior a su recubrimiento por los sedimentos cuaternarios.

Para la determinación de este valle se ha seguido el procedimiento siguiente:

Se han calculado las profundidades a que se encuentra el neis en más de 200 puntos, trazando curvas de nivel de su superficie.

Si el terreno de recubrimiento fuese homogéneo y su estratificación horizontal, podrían obtenerse las profundidades con facilidad, pero como no ha sucedido así, se ha empleado el procedimiento siguiente: Se han colocado los cinco sismógrafos en varias posiciones y para cada una de ellas, se ha cambiado también varias veces el lugar del barreno. La curva dromocrónica correspondiente a cada explosión ha permitido calcular la velocidad media de la onda en todo el recubrimiento. El promedio de los valores encontrados, algo mayor de dos mil metros, como ya hemos dicho, es la velocidad buscada.

Con esta velocidad media se determina la profundidad a que se encuentra el neis en el punto de explosión por la fórmula explicada en la página 82.

La profundidad del recubrimiento en el emplazamiento de un sismógrafo se determina como sigue:

Supongamos que el sismógrafo *S*, esté colocado suficientemente lejos del barreno *E*, para que la onda que alcanza al neis llegue antes que la superficial.

El tiempo t_k que emplea la primera en su recorrido, igual a la su-

ma de los tiempos empleados en el recorrido descendente, longitudinal y ascendente será:

$$t_k = \frac{h_i}{V_m} + \frac{e}{V_g} + \frac{h_k}{V_m}$$

siendo h_i y h_k las respectivas profundidades; e la distancia entre ambos; V_m y V_g las velocidades medias de propagación en el recubrimiento y en el neis.

$$\text{De ella se deduce: } h_i + h_k = (t_k - \frac{e}{V_g}) V_m = C.$$

Como h_i la hemos determinado directamente, por diferencias calcularemos el valor de h_k en el emplazamiento del sismógrafo.

Al variar la posición del barreno, conservando la de los sismógrafos, no se ha vuelto a calcular directamente la profundidad del recubrimiento sino que se ha utilizado una ecuación de condición deducida de la fórmula anterior. Si llamamos h'_i la profundidad del terreno cuaternario en la nueva posición del barreno, podremos escribir

$$h'_i + h_k = C'$$

que restada de la anterior nos da

$$h_i - h'_i = C - C' = C''.$$

Como h_i la determinamos directamente, queda ya conocido el valor de h'_i

$$h'_i = C'' - h_i$$

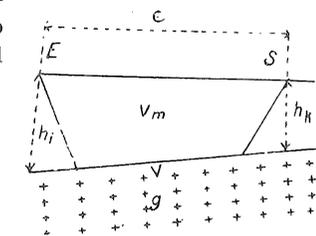


Figura 7.^a

Como vemos en lo explicado, se ha resuelto la indeterminación de la ecuación primera, dando un valor aproximado a una de las incógnitas h_i y calculando la otra con los resultados obtenidos en las mediciones.

Siguiendo este procedimiento se han calculado las profundidades en más de 200 puntos, a los que se ha dado cota de altitud sobre el nivel del mar, dibujando curvas de 10 en 10 metros que constituyen un plano altimétrico de la superficie del neis.

El valle que se descubre por la forma de las curvas, debe indicarnos el recorrido de la falla; este valle se ve que coincide, próximamente, con la posición que se dió a la falla en el plano geológico de la Memoria del Sr. Kindelan, que como antecedente para el estudio de este problema entregó a la Sociedad «GEOS» el INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA.

Respecto a la continuación del filón *rico* al otro lado de la falla *La Vascongada*, los datos sísmicos no han podido dar indicación directa por las mismas causas que ya hemos mencionado para la falla.

Método eléctrico

La teoría y modo de aplicación de este método que exponemos a continuación, está tomada de la obra de nuestro compañero Sr. Siñeriz: «Los métodos geofísicos de prospección» (1) actualmente en prensa.

Si hacemos pasar una corriente eléctrica alterna por el subsuelo, tanto la intensidad como la dirección de la corriente, no son constantes con el tiempo. Si seguimos la variación de la corriente eléctrica, durante un período, el vector cuya dirección coincide con la de la corriente y cuya longitud es proporcional al valor momentáneo de su intensidad, describe, con su extremo, una elipse, por cuya razón se dice que la corriente está *polarizada elípticamente*.

Para determinar la corriente que circula en un punto determinado del subsuelo, hay que conocer los seis parámetros que caracterizan la elipse de oscilación, a saber:

El ángulo λ que forma con el Norte; la traza del plano de la elipse con el plano horizontal.

El ángulo μ , formado por los dos planos citados.

La longitud a del semieje mayor.

La longitud b del semieje menor.

El ángulo σ , formado por el eje mayor de la elipse y su traza con el plano horizontal.

La fase φ_a con que la corriente del suelo circula en la dirección del semieje mayor positivo de la elipse.

La elipse de oscilación representada por los seis parámetros λ , μ , σ , a , b , φ_a puede estudiarse por medio de tres oscilaciones lineales componentes, según los ejes de un sistema de coordenadas rectangulares. Supongamos que el eje de las X esté dirigido hacia el Norte; el de las Y hacia el Este, y el de las Z , en posición vertical, hacia arriba.

Cada una de las tres oscilaciones lineales componentes, también de ley sinusoidal, está caracterizada por dos parámetros determinados; la amplitud A y la fase φ .

Por consiguiente, podremos establecer el siguiente sistema de ecuaciones, para determinar la mencionada elipse de oscilación:

$$X = A_x \text{ sen } (\varphi_t + \varphi_x)$$

$$Y = A_y \text{ sen } (\varphi_t + \varphi_y)$$

$$Z = A_z \text{ sen } (\varphi_t + \varphi_z)$$

Siendo X , Y , Z , las coordenadas rectangulares de un cierto punto del perímetro de la elipse, extremo de la fase φ_t , A_x , A_y , A_z , las amplitudes de las componentes según los ejes y φ_x , φ_y , φ_z , las fases respectivas.

En las observaciones de campo, no se miden las magnitudes de ninguno de los dos sistemas citados. Se considera la proyección ho-

(1) Boletín del Instituto Geológico y Minero de España.

rizontal de la elipse de oscilación, correspondiente al primer sistema así como la amplitud A_z y la fase φ_z de la componente vertical.

La proyección horizontal de la elipse se determina por los cuatro parámetros siguientes:

La longitud a , del semieje mayor.

La longitud b , del semieje menor.

El ángulo α , que el eje mayor forma con la línea N.-S.

La fase φ_a , con que la corriente pasa por el semieje mayor.

En lugar de b , se calcula la relación

$$g = \frac{b}{a}$$

que es más cómoda en el cálculo.

Para deducir de las magnitudes a , g , α , φ_a , los valores de las componentes lineales rectangulares, se emplean fórmulas que constan en el citado trabajo del Sr. Siñeriz, que no copiamos para mayor concisión.

La observación queda, pues, reducida a la de los seis parámetros A_x , A_y , A_z , φ_x , φ_y , φ_z .

Como las mediciones sólo pueden efectuarse en la superficie del suelo, el plano de oscilación de la corriente está determinado por el de aquella superficie. Admitiendo que es plana y horizontal, en el pequeño espacio donde se mueven las ondas, podemos prescindir de la componente vertical, puesto que las líneas de fuerza del campo eléctrico, no pueden atravesar el aire, por no ser conductor.

Sólo tendremos que determinar el sistema de parámetros A_x , A_y .

Todo lo explicado para el campo eléctrico, puede aplicarse para el magnético producido por las corrientes.

En la práctica también se emplea, como en el caso anterior, la proyección horizontal de la elipse de oscilación y la amplitud A_z y la fase φ_z de la componente vertical.

Para representar los resultados de las mediciones se escriben los valores numéricos obtenidos, al lado del punto de observación a que corresponden y se dibujan por interpolación, las líneas que unen los valores análogos. En las seis cartas obtenidas para el campo magnético y cuatro para el eléctrico, se pueden apreciar las zonas de perturbación producidas por los cuerpos ocultos en el terreno, que hagan variar sus condiciones eléctricas.

También se emplea otra forma de representación que descansa en fundamentos completamente distintos. En cada una de las elipses descritas por el vector eléctrico o por el magnético, podemos calcular aquel vector, que en un momento determinado coincide con una cierta fase de la oscilación tomada como término de comparación.

Las direcciones de las líneas resultantes, constituyen el *campo momentáneo*, de las fuerzas eléctricas o magnéticas, es decir, un campo sincrónico al que existió en una cierta fase φ_p de cada período.

Para obtener los valores de los componentes lineales rectangulares de este campo, basta substituir el valor de φ_i de las ecuaciones normales, por la fase φ_v prefijada. Los valores y resultantes serán:

$$\begin{aligned} X_v &= A_x \text{ sen } (\varphi_v + \varphi_x) \\ Y_v &= A_y \text{ sen } (\varphi_v + \varphi_y) \\ Z_v &= A_z \text{ sen } (\varphi_v + \varphi_z) \end{aligned}$$

Para el campo eléctrico, el valor de Z_v es nulo, como ya hemos explicado. Podemos calcular campos momentáneos para un gran número de fases φ_v y representados en el plano topográfico, por medio de flechas.

Como por la rotación de los vectores la corriente tiene una dirección distinta en cada uno de ellos podemos elegir el campo momentáneo que posea la más conveniente para la determinación de las masas subterráneas, cuya conductibilidad difiera de la del medio ambiente.

Por medio de los campos momentáneos, el campo electromagnético producido por la corriente alterna, queda dividido en tantos campos de corriente continua de direcciones distintas, como fases consideremos.

Las observaciones de campo se efectúan automáticamente en cualquier dirección de la corriente. Después se deducen por medio del cálculo, los campos momentáneos cuya dirección de corriente sea más favorable al objeto que se pretende.

Instalaciones

Conjunto generador fijo.—Los aparatos que lo forman, consisten según se ve en la lámina I, en un generador G de corriente alterna monofásica que gira a razón de 3.000 revoluciones por minuto; en dos cuadros de distribución c' y c'' en dos transformadores t' y t'' y, por último, en dos series de electrodos de seis placas de zinc cada serie, colocadas en el río Bornoba y separadas entre sí 1.300 metros aproximadamente, formando dos circuitos eléctricos: uno comprendiendo el generador, el cuadro c' y el primario del transformador t' , el otro compuesto por el secundario del mencionado transformador t' , el cuadro c'' , las dos series de electrodos del río y el primario del transformador t'' .

Conjunto receptor portátil.—Como se aprecia en el esquema, componen este conjunto, un carrito sobre el que van convenientemente dispuestos un amplificador de cinco lámparas y los aparatos registradores, φ I , y cc ; la bobina B y el teléfono T , que unido todo eléctricamente al "secundario" del transformador t' , completan el circuito que se utiliza para la toma de datos en el campo.

De la bobina B , así como de los aparatos registradores, damos en

la figura X y en lo que en el plano se denomina "Detalle de la bobina B", independientemente del citado conjunto, el detalle correspondiente. Consta la bobina de una serie de espiras dispuestas en forma de anillo de unos 25 centímetros de diámetro y 4 por 5 de sección, provista de un eje o pivote que enchufado en un orificio abierto en una pieza metálica interpuesta entre el trípode y la bobina, permite que ésta gire alrededor de aquél.

En cuanto al aparato registrador, con el esquema representado por la misma figura X queda suficientemente aclarada su intercalación en el circuito, así como las partes esenciales de que se compone.

Como es consiguiente, dada la disposición indicada y actuando convenientemente los botones de mando φ o I que regulan la fase o intensidad, respectivamente, se podrán registrar, con la graduación o división que cada uno contiene, las diferentes posiciones que dentro de $0-90^\circ$ puede adoptar la bobina B, eligiendo las posiciones más convenientes.

Existen además, como parte complementaria de este equipo móvil, un par de piquetes que se disponen en la práctica de las operaciones en la forma representada en la "vista de frente del detalle B", es decir, uno de ellos coincidiendo precisamente con el eje vertical de la bobina en cada punto observado y el otro unido eléctricamente al primero, a 50 centímetros de separación.

Práctica de las mediciones.—En general, se empiezan con la determinación de los parámetros del campo magnético. Se gira el cuadro alrededor de un eje vertical, hasta colocarlo en la posición de inducción mínima. Después se miden las fases y amplitudes de la inducción en el cuadro, en seis posiciones, que formen con la primera los ángulos de 30° , 90° , 150° , 210° , 270° y 330° .

Terminada esta operación se coloca el cuadro en posición horizontal y se mide de nuevo, tanto la amplitud como la fase de la tensión inducida. Finalmente, se gira el cuadro 180° , alrededor del eje horizontal, y se repite la medida, como verificación.

Para efectuar las mediciones eléctricas se desconecta el cuadro de los aparatos de compensación, que se unen a las sondas.

La sonda móvil se mueve alrededor de la fija, en distancias de 50 centímetros y en cada posición se mide la fase y amplitud, como en el caso anterior.

Si la elipse de oscilación es poco aplanada, es muy difícil encontrar el acimut del mínimo y es más cómodo y rápido efectuar la observación en 12 acimutes, que se diferencian en 30° a partir de la dirección Este-Oeste.

Si las elipses son casi circulares basta medir en los cuatro acimutes que corresponden a los ejes del sistema de coordenadas rectangulares elegidos.

Procedimiento para interpretar las mediciones.—De las mediciones efectuadas, tenemos que deducir los valores de la magnitud del eje mayor de la elipse de oscilación, su acimut y su fase, así como la relación entre los ejes, bien sea por el cálculo, o bien sea gráficamente.

Para este último procedimiento, se emplea un papel preparado para coordenadas polares, lámina II, en que se construye el siguiente diagrama. A partir del centro, que representa el punto de medida, se trazan seis radios vectores, en las direcciones observadas.

La longitud y fase de cada uno de ellos, ha sido determinada por el aparato de compensación. La longitud sirve para representarle gráficamente a una cierta escala y la fase, se escribe, en cifras, al lado de su extremo. No hace falta construir la curva teórica de las amplitudes. Basta reemplazar sus mitades exteriores, por dos círculos, determinados por los extremos de los vectores representados en el diagrama.

La dirección de la línea que une los centros de ambos círculos, suministra el acimut del eje mayor de la elipse. Su intensidad es el valor medio de las distancias entre el centro de coordenadas polares y los puntos más alejados del perímetro de cada círculo. Su fase se obtiene por interpolación entre los valores de las fases escritas en el diagrama.

La relación $\frac{b}{a}$, se determina por la fórmula

$$\frac{b}{a} = 0,577. \text{ tang } \varphi_s$$

La fase y la amplitud de la componente vertical del campo magnético, se determinan directamente, en la observación de campo.

Con los valores encontrados se trazan las líneas que unen los que tienen la misma magnitud.

Así obtenemos seis planos para el campo magnético y cuatro para el eléctrico. En ellos se puede comparar la marcha de las diversas líneas, con la que debían tener, si el terreno fuera homogéneo y deducir la posición e importancia de las masas ocultas que alteren aquella homogeneidad.

También se emplea el sistema de los campos momentáneos.

Se da a φ_t , los valores -60° , -30° , 0° , $+30^\circ$, $+60^\circ$, $+90^\circ$ en las fórmulas generales de los valores de X , Y , Z , y se obtienen seis campos momentáneos distintos, que se representan como vamos a explicar.

De los valores X_t e Y_t se deduce el de la componente horizontal que se representa en el plano topográfico por medio de una flecha, cuya longitud R es la resultante de X_t e Y_t , es decir,

$$R = \sqrt{X_t^2 + Y_t^2}$$

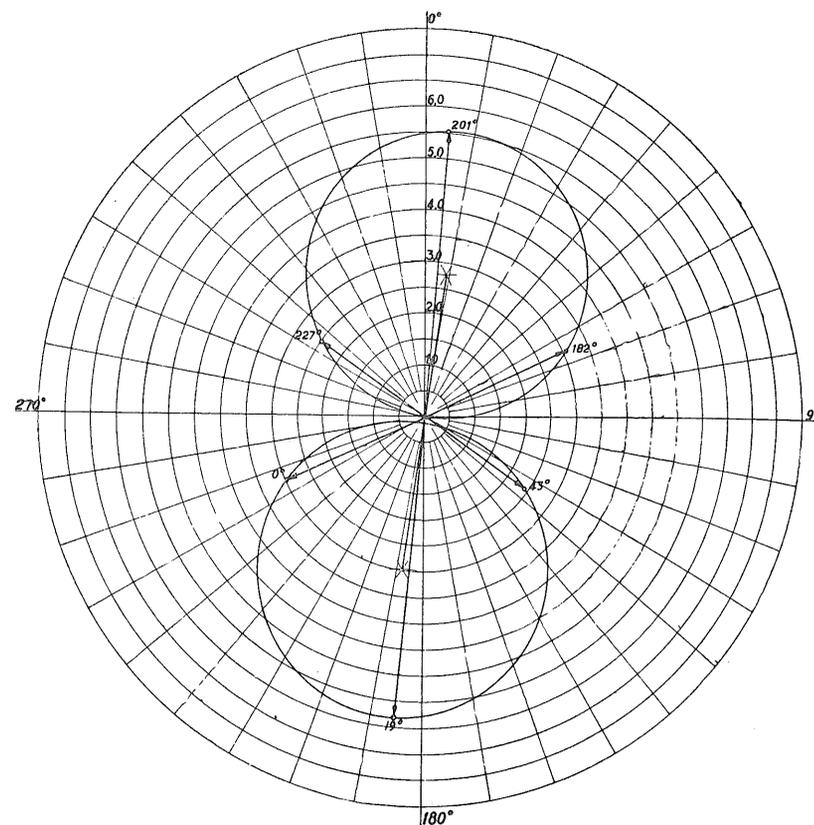


LÁMINA II

y cuya dirección α , es el ángulo que su dirección forma con el Norte, determinado por la fórmula

$$\text{tang} = \alpha \frac{Y_t}{X_t}$$

La componente vertical del campo magnético puede representarse aisladamente, o en combinación con cualquiera de las otras dos componentes. Lo más corriente es representarla por un trazo perpendicular al de la componente horizontal y a su misma escala, hacia su derecha si está dirigida hacia arriba y a la izquierda en caso contrario.

Interpretación del problema geológico de Hiedelaencina. — Como hemos dicho el problema propuesto era aclarar, en lo posible, las condiciones geológico-tectónicas de la zona donde el filón de minerales de plata *El rico*, es cortado por la falla *La Vascongada*. Determinar la posición precisa de esta falla, así como una posible prolongación del filón *rico*, al otro lado de ella.

Como datos mineralógicos podemos mencionar que la ganga del filón está constituida por la barita y el cuarzo en los que hay intercaladas diversas masas minerales de plata, de grande o de pequeña importancia. Estos minerales no son conductores en su mayor parte. Además, se presentan trozos independientes de galena, conductora en sí misma, pero que por la falta de contacto entre ellos dentro del filón, aparece como aisladora.

Se afirma que en algunos lugares de la parte superior del filón, debe existir la pirita, que en ese caso, le haría conductor.

Los filones arman en el neis, que no es conductor, por la pequeña cantidad de humedad que contiene.

En la región occidental de la zona de estudio, el neis aflora sobre los terrenos diluviales constituidos por arenas, arcillas y conglomerados, cuya potencia aumenta hacia el Este. Estos terrenos modernos permiten el paso de importantes capas acuíferas que aumentan su conductibilidad eléctrica.

La falla *La Vascongada* debe presentarse como una zona de mayor conductividad que la del neis, a causa de su contenido de agua. El filón por el contrario, se presentará como una zona resistente, no sólo por las razones explicadas, sino también por haber sido ya explotado bajo la zona de investigación.

Con los datos de los cuadernos de campo, se han calculado los elementos para determinar la proyección horizontal de la elipse de oscilación y la componente vertical del vector magnético. La construcción del eje mayor, de su acimuty fase, se efectúan por el procedimiento gráfico ya explicado. De estos elementos se han deducido los valores A_x , A_y , φ_x , φ_y de las amplitudes y fases de las componentes rectangulares de la oscilación, así como también se han calculado los de A_z φ_z co-

respondientes a la componente vertical del vector magnético.

También se han calculado seis campos momentáneos correspondientes a las fases -60° , -30° , 0° , $+30^\circ$, $+60^\circ$, $+90^\circ$.

Los resultados de las mediciones se representan por medio de líneas que unen los puntos de igual valor de cada uno de los parámetros eléctricos o magnéticos. El campo magnético se ha representado en 12 cartas. Como ejemplo, presentamos la E_1 , que corresponde a las amplitudes de la componente Norte-Sur del campo magnético, o sea a los valores de A_x .

En las curvas situadas al SE. (derecha de la lámina III) que corresponden a los valores de A_x iguales respectivamente a 1,5, 2 y 3, no se puede apreciar la influencia del filón, ni de la falla, sin duda por estar lejos de estos accidentes. En la zona comprendida entre los puntos I-6; I-7; II-6; II-7, las amplitudes decrecen rápidamente, desde el valor 6 al valor 4 indicándonos el paso de la zona explotada del filón, muy poco conductora.

Las líneas de los valores 6, 7 y 8 se curvan en ángulo recto al llegar a la zona conductora de la falla *La Vascongada* y siguen en su dirección aproximada.

Entre los puntos III-2; III-3; IV-2 y IV-3, las curvas de las amplitudes 6 y 7 se pliegan intensamente, lo que nos indica, que en esta zona hay una masa de mayor conductividad que la del medio ambiente.

Las líneas correspondientes a los demás parámetros magnéticos, φ_x , A_y , A_z , φ_y , φ_z , son semejantes a las explicadas para A_x y permite deducir conclusiones parecidas.

Las seis cartas restantes para representar el campo electro-magnético, se refieren a los campos momentáneos para las fases -60° , -30° , 0° , $+30^\circ$, $+60^\circ$ y $+90^\circ$. En todas se manifiesta un poco, la influencia de la zona poco conductora del filón el *rico*. Por el contrario, la producida por la falla *La Vascongada*, de mejor conductividad, aparece más atenuada, pero se manifiesta algo.

Si comparamos las direcciones y magnitudes de los vectores del campo momentáneo a lo largo de las líneas I y II con relación a las III y IV, podemos comprobar el importante incremento de su divergencia, como puede verse en la carta E_q , lámina IV, que corresponde a la fase del cuadro $\varphi_t = 0^\circ$.

La zona de la masa mejor conductora, situada entre los puntos III-2; III-3; IV-2 y IV-3, se manifiesta claramente en la carta E_y , lámina V, que corresponde a la fase $\varphi_t = 60^\circ$. En ella la fuerza magnética coincide próximamente con la dirección del eje menor de la elipse y por consiguiente su influencia en el subsuelo es de mayor sensibilidad.

En todas las cartas de los campos momentáneos se puede reconocer fácilmente el giro de la fuerza magnética, en el curso del semi-período representado, a lo largo del perímetro de una elipse.

Pasemos ahora a considerar el campo eléctrico de la superficie del

HOJA N.º 460

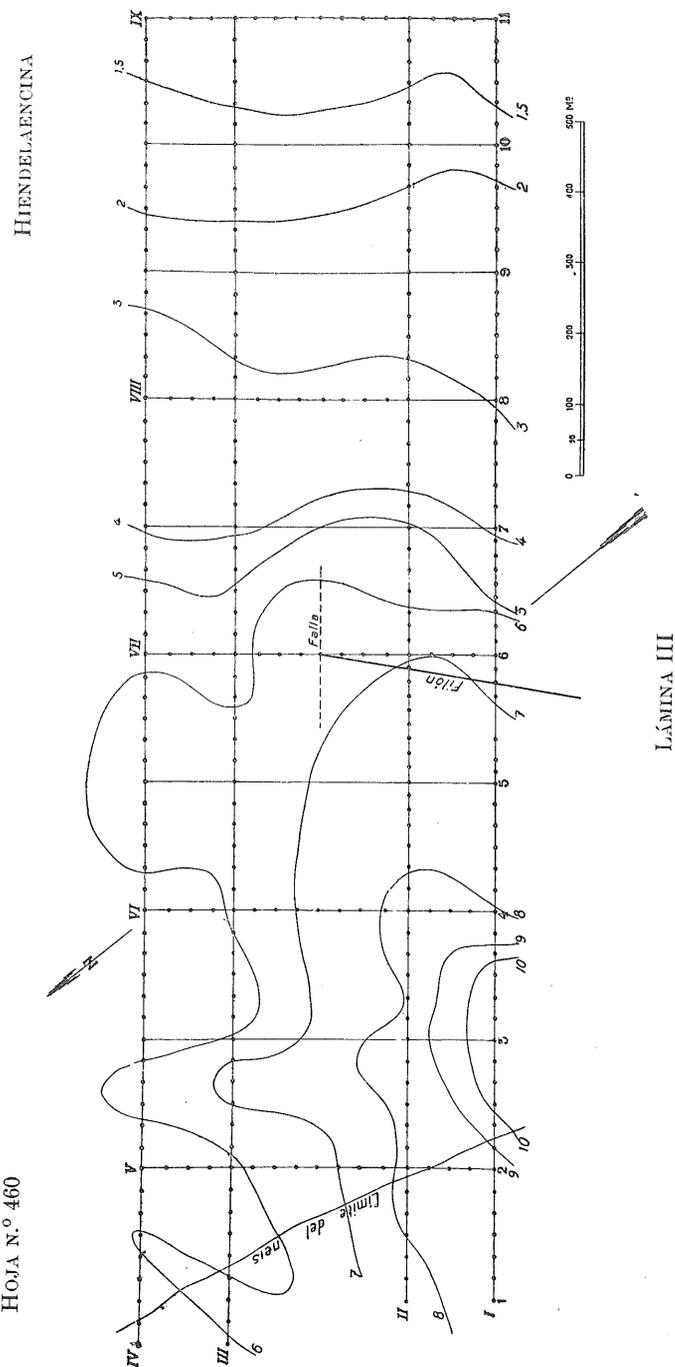
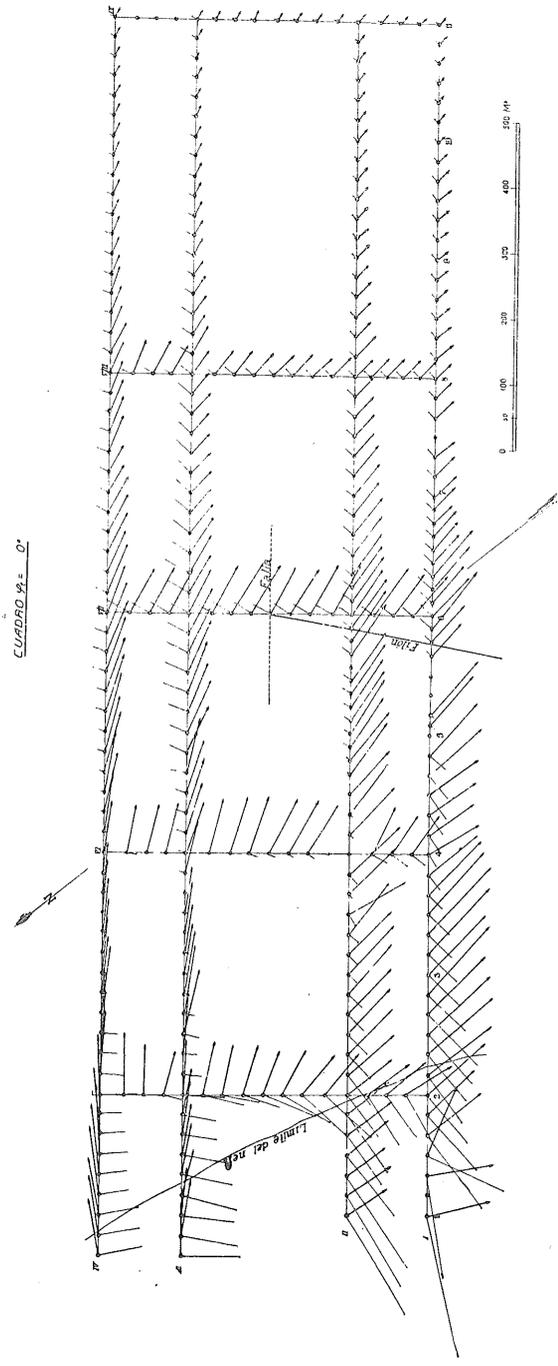


LÁMINA III

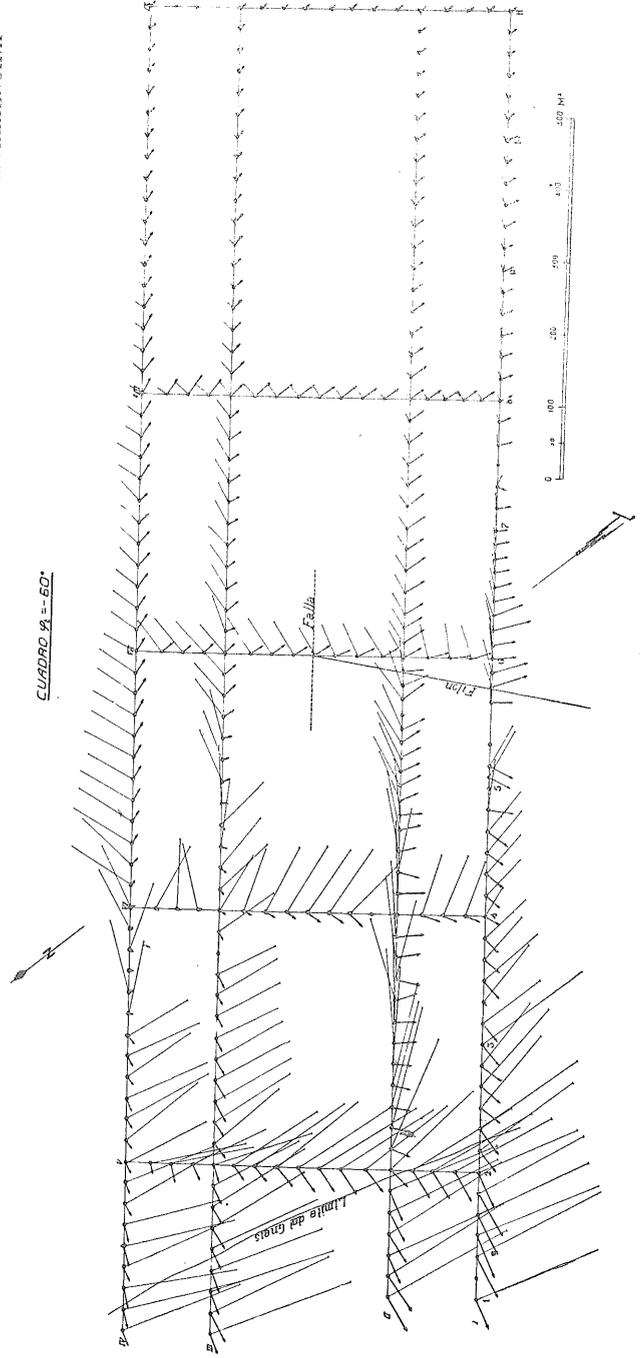
HOJA N.º 460

HIENDELAENCINA



HOJA N.º 460

HIENDELAENCINA



CUADRO N.º 50

LÁMINA V

suelo, de cuya estructura podemos decir muy poco, por las perturbaciones producidas por su gran heterogeneidad.

Se han trazado las cartas correspondientes a los parámetros A_x , A_y , φ_x , φ_y , así como las de los seis campos momentáneos, de las fases mencionadas para los elementos magnéticos. En las de A_x , φ_x y φ_y se han escrito los valores calculados, sin ni siquiera, unirlos por líneas.

En ellas se vislumbra, nada más, la influencia del filón y de la falla. Lo mismo sucede con las de los campos momentáneos.

Consecuencias obtenidas.—A consecuencia de la poca conductividad del neis, las indicaciones eléctricas, producidas por la corriente que circula por su masa, aparecen muy atenuadas. Además la heterogeneidad del recubrimiento exterior enmascara, por decirlo así, las débiles indicaciones correspondientes al subsuelo.

Estas dos razones, unidas a la dificultad de hacer llegar la corriente al neis, por su tendencia a circular por las capas superiores, que son mejores conductoras, hacen que sea muy difícil adquirir dato alguno del problema que nos interesa, como resultado de esta investigación.

Resumiendo todo lo expuesto, podemos escribir las siguientes consecuencias:

a) La falla se manifiesta por una zona mejor conductora a causa de su humedad. Esta acción se manifiesta mejor en la zona NO. que en la SE., tanto por la menor potencia del recubrimiento de la primera, como por encontrarse más cerca de la zona donde se colocaron los electrodos.

b) El filón coincide con una zona poco conductora, que puede ser producida por los trabajos de explotación, que han suprimido el contacto eléctrico entre el techo y el muro, en superficies considerables.

c) En la zona situada entre los puntos III-2; III-3; IV-2 y IV-3, hay en el subsuelo un cuerpo conductor, en la dirección S.-SO. N.-NE.

No podemos afirmar si se trata de una falla húmeda o de un filón mineralizado.