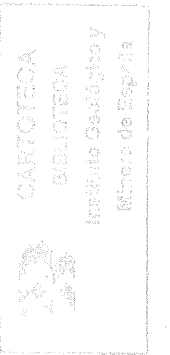


INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA



MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

ESCALA 1:50.000

MEMORIA EXPLICATIVA

DE LA

HOJA N.º 1.072

ESTEPONA



MADRID
TIP. Y LIT. COULLAUT
MARÍA DE MOLINA, 58
1034

PERSONAL DEL INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO
DE ESPAÑA

<i>Director</i>	Exemo. Sr. D. Luis de la Peña.
<i>Vocales</i>	Sr. D. Primitivo Hernández Sampelayo.
—	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.
—	Sr. D. Luis Jordana.
—	Sr. D. José de Gorostízaga.
—	Sr. D. José García Siñeriz.
—	Sr. D. Enrique Dupuy de Lôme.
—	Sr. D. Juan Gavala.
—	Sr. D. Diego Templado Martínez.
—	Sr. D. Alfonso de Alvarado.
—	Sr. D. Joaquín Mendizábal.
—	Sr. D. Javier Miláns del Bosch.
—	Sr. D. Enrique Rubio.
—	Sr. D. Manuel de Cincúnegui.
<i>Secretario</i>	Sr. D. Javier Bordiu Prat.
<i>Vicesecretario</i>	
<i>Ingeniero auxiliar</i>	Sr. D. Agustín de Larragán.
—	Sr. D. José Meseguer Pardo.
<i>Ingenieros Ayudantes</i>	Sr. D. Luis Antonio de Larrauri.
—	Sr. D. Manuel Pastor Mendivil.
—	Sr. D. Ricardo Madariaga Rojo.
—	Sr. D. Carlos Orti Serrano.
—	Sr. D. José Cantos Saiz de Carlos.

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

<i>Profesor de Geología</i>	Excmo. Sr. D. Pedro de Novo y Chicarro.
— <i>de Mineralogía</i>	Sr. D. Antonio Baselga Recarte.
— <i>de Química analítica</i> ..	Sr. D. Laureano Menéndez Puget.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

HOJA DE ESTEPONA

(7.^a REGIÓN. SUR)

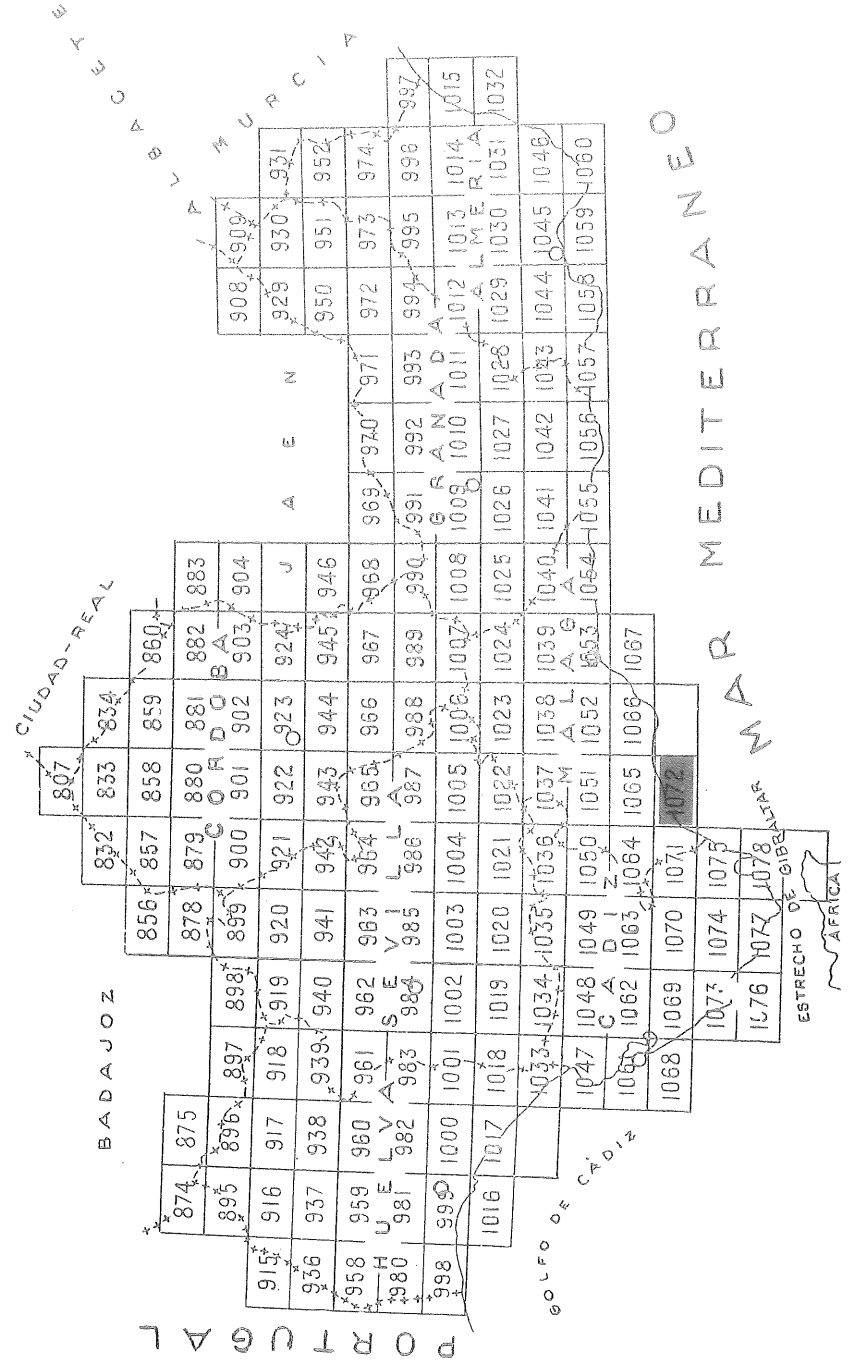
PERSONAL TÉCNICO DE LA REGIÓN

Jefe..... Sr. D. Juan Gavala.
 Ingeniero .. Sr. D. Javier Miláns del Bosch.
 Ingeniero .. Sr. D. Enrique Rubio.

REGIONES GEOLÓGICAS

- 1.^a Noroeste. (*Coruña, Lugo, Orense, Pontevedra, Asturias, León, Palencia y Zamora*).
 Sres. D. Primitivo Hernández Sampelayo y D. Manuel Ruiz Falcó.
- 2.^a Norte ... (*Santander, Vizcaya, Guipúzcoa, Alava, Navarra, Burgos, Logroño y Soria*).
 Sres. D. Alfonso del Valle, D. Joaquín Mendizábal y D. Manuel Cincúnegui.
- 3.^a Nordeste. (*Huesca, Zaragoza, Barcelona, Lérida, Tarragona, Gerona y Baleares*).
 Sres. D. Agustín Marín, D. Augusto de Gálvez Cañero y D. Agustín Larragán.
- 4.^a Centro .. (*Madrid, Avila, Segovia, Valladolid y Guadalajara*).
 Sres. D. Manuel Sancho Gala y D. Luis Jordana.
- 5.^a Oeste ... (*Salamanca, Cáceres, Badajoz, Toledo, Ciudad Real y Jaén*).
 Sres. D. Alfonso de Alvarado y D. Diego Templado.
- 6.^a Este (*Teruel, Castellón, Valencia, Alicante, Cuenca, Albacete y Murcia*).
 Sres. D. Enrique Dupuy de Lôme y D. José de Gorostiza.
- 7.^a Sur (*Almería, Granada, Córdoba, Sevilla, Cádiz, Huelva, Málaga y Canarias*).
 Sres. D. Juan Gavala, D. Javier Miláns del Bosch y D. Enrique Rubio.

Situación de la Hoja de Estepona, núm. 1.072



ÍNDICE DE MATERIAS

	<u>Páginas</u>
I Bibliografía	5
II Historia	11
III Geografía física	13
IV Estratigrafía	17
V Petrografía	25
VI Paleontología	31
VII Minería y Mineralogía	35

I

BIBLIOGRAFÍA

- ALVAREZ DE LINERA.—Resumen de la minería en la provincia de Málaga.—«Revista Minera», tomo IV.
Memoria sobre las minas de grafito de Marbella. (Informe. Situación. Manera de presentarse) —«Revista Minera», tomo VIII.
Descripción del criadero de níquel de Carratraca.—«Imprenta del Comercio». Málaga, 1851.
Reseña geognóstica y minera de la provincia de Málaga. «Revista Minera», tomo II, pág. 161.
- ARGAND (E.).—La tectonique de l'Asie.—«Comptes Rendus du Congrès Géol. International», XII session. Bruxelles, 1922-1924.
- ANSTED (D. T.).—On the Geology of Málaga and the southern part of Andalucía.—«Quarterly Journal Geol. Soc.», vol. XV. 1860. Traducido al español por D. Policarpo Cía.—«Revista Minera», tomo XI.
- BARROIS (CH.) et OFFRET (A.).—Memoire sur la constitution géologique du sud de l'Andalousie, de la Sierra Tejeda a la Sierra Nevada. Mission d'Andalousie. —«Mem. de l'Ac. des Scienc.», t. XXX. Paris, 1889.
- BERWERT.—Mikroskopische Structurbilder der Massengesteine.
- BEMMELLEN (R. W. VAN).—Bijdrage tot de Geologie der betische kentens in de provincie Granada. Waltman. Delft, 1927.
- BERTRAND (M.) et KILIAN (W.).—Etudes sur les terrains secondaires et tertiaires dans les provinces de Granada et de Málaga. Mission d'Andalousie. Ibid. 1889.
- BLUMENTHAL.—Zum Bauplan betischer und penibetischer Decken im Norden der Provinz Málaga.—«Geol. Rundschau», Bd. XVIII, Heft. 1-927.

- BLUMENTHAL.—Versuch einer tektonischen Gliederung der betischen Cordilleren von Central —und Sudwest—Andalusien.—«Sonderabdruck aus Eclogae geologicae Helvetiae», vol. XX, n.º 4. 1927.
Notes sur la corrélation des unités tectoniques des cordillères bétiques.—«Comptes rendus des séances de l'Acad. des Scienc.». 1928.
Sobre la disposición de los mantos de recubrimiento de la Serranía de Ronda.—«Extracto de las conferencias y reseñas científicas de la R. S. E. H. N.», tomo IV, n.º 3. 1929.
- BOTELLA Y HORNOS.—Mapa geológico de España y Portugal.
- BROUWER (H. A.).—Zur Geologie der Sierra Nevada.—«Geologische Rundschau», Bd. XVII, Heft 2. 1926.
Zur Tektonik der betischen Cordilleren.—«Geologische Rundschau», Bd. XVII, Heft 5. 1926.
- CALA (M.) y SÁNCHEZ.—Geología del término de Morón y descripción de su yacimiento diatomífero.—«Anales de la Sociedad Española de Historia Natural», serie II, tomo VI. 1897.
- CALDERÓN.—La región epigénica de Andalucía y el origen de sus ofitas.
- DE VERNEUIL et COLLOMB.—Carte géologique de l'Espagne et du Portugal.
Coup d'oeil sur la constitution géologique de quelques provinces de l'Espagne.
- DE VERNEUIL.—Notice sur la structure géologique de l'Espagne.
- DOUVILLÉ (R.).—La Península Ibérique. A. Espagne.—«Handbuch der Regionalen Geologie», Heft. 7. 1911.
Esquisse géologique des prealpes subbétiques (partie centrale). Paris, Bouillant, 1906.
- DUPUY DE LÔME (E.) y MILÁNS DEL BOSCH (J.).—Estudio geológico de la península Norte-Marroquí.—«Bol. del Inst. Geol. de España», tomo XLII. 1921.
Los terrenos secundarios del Estrecho de Gibraltar.—«Bol. del Inst. Geol. de Esp.», tomo XXXIX. 1918.
- DUPUY DE LÔME (E.).—Estudio del Instituto Geológico acerca de la cuenca hidrológica de la Sierra de Mijas. Giral, Málaga. 1923.
- EZQUERRA DEL BAYO.—Ensayo de una descripción general de la estructura geológica del terreno de España.
On the Geology of Spain.
- GARCÍA.—Sobre las minas y fundiciones de hierro de Marbella.
- GAVALA (J.) y MILÁNS DEL BOSCH (J.).—Estrecho de Gibraltar.—«Excursión A-1». Ibid. 1926.
- GAVALA (J.).—Regiones petrolíferas de Andalucía.—«Boletín del Instituto Geológico de España», tomo XXXVII. 1916.
- HERRERA.—Descripción geográfica y geológica de la Serranía de Grazalema.—«Bol. Inst. Geol. de Esp.», tomo XXXIX. 1918.

- GENTIL (L.).—Sur le synchronisme des depots et des mouvements orogeniques dans les détroits Nord-Bétique et Sud-Rifain. Ibid., p. 727. 1918.
Sur les depots néogènes du détroit Nord-Bétique. Ibid., p. 299. 1918.
Le Maroc physique. Paris, Alcan., 1912.
Sur l'origine des nappes de recouvrement de l'Andalousie. Ibid., p. 230. 1918.
Sur l'existence de grandes nappes de recouvrement dans la province de Cadix.—«Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Acad. des Sciences», t. CLXVI, p. 1.003. 1918.
Sur l'extension en Andalousie des nappes de recouvrement de la province de Cadix. Ibid., t. CLXVII, p. 83. 1918.
Sur l'âge des nappes de recouvrement de l'Andalousie et sur leur raccordement avec les nappes pré-rifaines. Ibid., p. 373. 1918.
- HAUSSMANN.—Ueber das Gebirgssystem der Sierra Nevada.
Constitución geológica de España.
- HERNÁNDEZ-PACHECO (E.).—La Sierra Morena et la plaine bétique. «Congrès Géol. International». Madrid, 1926.
- HETZEL (W. H.).—Bijdrage tot de geologie van de Sierra Alhamilla (Almería). N. V. Handelsdrukkerij, s'Gravenhage. 1923.
- JESSEN (O.).—Die tektonischen Beziehungen der Gebirge beiderseits der Strasse von Gibraltar. Centralblatt für Min. Geol. und Palaontol. Abt. B. 1926.
- KILIAN (W.).—I. Le gisement tithonique de Fuente de los Frailes près de Cabra (Cordue). —II. Etudes paléontologiques sur les terrains secondaires et tertiaires de l'Andalousie. Mission d'Andalousie ibid. 1889.
- MACPHERSON.—Los terremotos de Andalucía. (Objeto del libro. Estrato-cristalino. Cambriano. Siluriano. Triásico. Jurásico. Terciario).
Descripción petrográfica de los materiales arcaicos de Andalucía. (Rocas que describe. Hipótesis sobre las formaciones estrato-cristalinas).
Relación entre las formas orográficas y la constitución geológica de la Serranía de Ronda.
Sucesión estratigráfica de los terrenos arcaicos de España.
Predominio de la estructura uniclinal en la Península Ibérica.
Apuntes petrográficos de Galicia.
Bosquejo geológico de la provincia de Cádiz. (Alteración de las rocas numulíticas. Sierras del Pinar y del Endrinal. Serie secundaria. Existencia del neocomiense y del titónico. Terreno ofítico).

- MACPHERSON.—Memoria sobre la estructura de la Serranía de Ronda.
Breves apuntes acerca del origen peridótico de la serpentina de la Serranía de Ronda.
Breve noticia acerca de la especial estructura de la Península Ibérica.
Descripción de algunas rocas que se encuentran en la Serranía de Ronda.
- MAESTRE.—Ojeada geognóstica y minera sobre el litoral del Mediterráneo.
- MISSION D'ANDALOUSIE.—Comisión francesa.
- MICHEL-LEVY et BERGERON.—Etude géologique de la Serranía de Ronda. Mission d'Andalousie. 1889.
- NAVARRO.—Estudio prehistórico sobre la Cueva del Tesoro.
- NICKLÉS.—Los terrenos secundarios de las provincias de Murcia, Almería, Granada y Alicante.
- NOVO Y CHICARRO (P.) y CARBONELL (F.) A. u. A.—De Sierra Morena a Sierra Nevada. Excursión A-5.—«XIV Congreso Geológico Internacional». Madrid, 1926.
- ORUETA y AGUIRRE.—Bosquejo físico-geológico de la región septentrional de la provincia de Málaga.
Bosquejo geológico de la parte SO. de la provincia de Málaga.
Los barros de los Tejares.
On some points in the geology of the Neighbourhood of Málaga.
- ORUETA (D. DE).—Estudio geológico y petrográfico de la Serranía de Ronda.—«Mem. del Inst. Geol. de España». 1917.
- ORUETA (D. DE) y RUBIO (E.).—La Serranía de Ronda. Excursión A-2. Ibid., 1926.
- RUBIO (E.).—Apuntes para el estudio de las rocas de ornamentación de la Serranía de Ronda.—«Boletín del Instituto Geológico», tomo XLI. 1920.
Sobre una extraña asociación de minerales de bismuto y tungsteno en la Serranía de Ronda.—«Revista Minera», número 300. Febrero, 1926.
La zona diamantífera de Carratraca (Málaga).—«Boletín del Inst. Geol. y Min.», tomo XLIX, 3.^a serie. 1927.
- SCHARENBERG.—Beobachtungen über die geognostischen Verhältnisse der Südküste von Andalusien.
- SCHIMPER.—Sur la géologie, la botanique et la zoologie du Midi de l'Espagne.
- SILVERTOP.—A geological sketch of the tertiary formation in the provinces of Granada and Murcia (Spain).
- STAUB (R.).—Der Bau der Alpen.—Beitrag Geol. Karte. d. Schweiz, Lieferung, 52.—N. F. 1924.

- STAUB (R.).—Über Gliederung und Deutung der Gebirge Marokkos. «*Eclogae geologicae Helvetiae*», vol. XX, Nr. 2. 1926.
Gedanken zur Tektonik Spaniens. Vierteljahrsschrift der Naturf. Ges. in Zurich. LXXI. 1926.
- SUESS (ED.).—Das Antlitz der Erde. 1910.
La Face de la Terre.
- TARAMELLI E MERCALLI.—I terremoti andalusi cominciati il 25 dicembre 1884. «*Reale Accademia dei Lincei*». Roma, 1886.
- TERMIER (P.).—Les problèmes de la géologie tectonique dans la Méditerranée occidentale. «*Revue generale des Sciences pures et appliquées*», t. XXII. 1911.
- ZEIJLMANS VAN EMMICHOVEN (C. P. A.).—Geologische onderzoetingen in de Sierra de los Filabres (Almería). Waltman, Delft. 1925.

II

HISTORIA

Es la Serranía de Ronda, cuyo extremo occidental abarca esta Hoja, una de las regiones geológicamente más complejas e interesantes de nuestra Península, circunstancia ésta que, unida a lo magnífico de su naturaleza y agradable clima, hace que las excursiones en ella resulten de un interés y agrado incomparables para el geólogo, tanto en su aspecto tectónico como en el petrográfico, estratigráfico o minero. En efecto; en la región comprendida entre Málaga y Gibraltar aparece toda la serie del Estrato-cristalino, un gran tramo del Cambriano y terrenos secundarios y terciarios, en sus diferentes divisiones, alguna de las cuales presenta tal abundancia de restos fósiles que ha motivado una descripción especial por ciertos paleontólogos, acusando gran cantidad de especies nuevas. Por otra parte, la existencia de rocas hipogénicas variadas y, sobre todo, la serie peridótica que se encuentra en esta zona en todas sus múltiples variedades aflorando en una extensión de más de 14 kilómetros de longitud por seis de anchura constituyen, como hemos dicho, una de las zonas petrográficas más interesantes de nuestra Península, interés que adquiere su máximo grado al estudiar los minerales producidos por el metamorfismo que han ejercido estas rocas hipogénicas en las sedimentarias preexistentes.

Mineralógicamente es también esta zona muy importante, como podía esperarse de la clase tan especial y rara de rocas hipogénicas que constituye su mayor parte, que han dado lugar a la formación de yacimientos de magnetita, cromita, scheelita (tungstato de cal), bismuto y, por último, de platino, encontrado en forma de pepitas en los aluviones de los ríos o arroyos.

Todo esto ha motivado como consecuencia natural que los estudios,

tanto estratigráficos como paleontológicos, petrográficos y mineros sean muy abundantes y variados, según se acusa en la extensa lista bibliográfica que publicamos. Por otra parte, los terremotos ocurridos en Andalucía en diciembre de 1884, atrajeron a esta zona multitud de geólogos, tanto nacionales como extranjeros, que estudiaron la región con gran interés y que emitieron informes que, como el de la Mission d'Andalousie, dirigida por M. Fouquet e integrada por sabios de tanto prestigio como Michel Levy, Marcel Bertrand, Charles Barrois, W. Kilian y demás, han quedado como obras clásicas de consulta para todos los que de la geología de esta zona se ocupan.

Geólogos eminentes españoles dedicaron también una gran parte de su actividad al estudio de esta región y entre ellos hemos de destacar a los señores J. Mac-Pherson, Orueta y Aguirre, etc. y por último a D. Domingo de Orueta y Duarte, que en 1917 publicó el «Estudio geológico y petrográfico de la Serranía de Ronda», obra admirable, sobre todo desde el punto de vista petrográfico, y que constituye un verdadero modelo en su clase. A este mismo geólogo se debe también el descubrimiento del platino en los aluviones peridóticos de los ríos de la zona.

Uno de los ingenieros que constituyen la 7.ª Región, encargado de la confección de esta Hoja 1.072, D. Enrique Rubio y Sandoval, tuvo ocasión de trabajar a las órdenes del Sr. Orueta durante todo el periodo del reconocimiento de los aluviones platiníferos, siendo también su auxiliar en el laboratorio de petrografía durante 10 años; así pues, las ideas y deducciones que el Sr. Orueta hizo de sus estudios de la zona presiden la confección de esta Memoria, sobre todo en su parte petrográfica.

III

GEOGRAFÍA FÍSICA

Situación, límites y vías de comunicación.—La zona que abarca la Hoja número 1.072 está comprendida entre los 1º 10' y 1º 30' de longitud Oeste del meridiano de Madrid y los 36º 20' y 36º 30' de latitud Norte, conteniendo casi en su borde Oeste la población de Estepona y próxima a su límite Norte la Colonia Agrícola de San Pedro Alcántara, perteneciente a la Sociedad Azucarera Española.

Toda la parte Sur de la Hoja y la parte de levante, está ocupada por el mar Mediterráneo, siendo la extensión ocupada por la tierra firme de unos 110 kilómetros cuadrados aproximadamente.

No existe en la región más vía de comunicación terrestre que la carretera que desde Málaga va hasta Algeciras bordeando la costa, y otra, aun no terminada, de Ronda a San Pedro Alcántara que, dentro de poco tiempo, esperamos quedará abierta al tráfico, pues comenzada por ambos extremos, está ya hecho el trozo desde San Pedro Alcántara hasta el Puerto del Alisal (unos 12 kilómetros) por un lado, y, por el otro extremo, desde Ronda hasta cerca de los Almajiles, en la falda poniente de la Sierra de la Palmitera (unos 30 kilómetros), quedando, para enlazar, la construcción de unos 10 kilómetros. Esta carretera es la única que atraviesa la Sierra de Ronda, perpendicularmente a su dirección, desde Ronda hasta el mar; y una vez en servicio simplificará muchísimo los viajes y excursiones por esta abrupta, pintoresca e interesantísima parte de la provincia de Málaga.

Si se exceptúan las dos carreteras citadas, no se encuentran en toda la comarca sino malísimas veredas, que obligan a viajar exclusivamente en caballerías, con lentitud y dificultad, sobre todo en las partes en que se atraviesa sobre las peridotitas, donde estas veredas, ya malas de por sí, se hacen muy penosas.

Los caminos que figuran en el mapa de esta Hoja no son sino veredas de esta clase, máxime cuando se salen de los terrenos terciarios, y lo más triste es que su estado de conservación es peor cada día, toda vez que el tráfico que para el transporte de pescado se hacía antiguamente a través de la Serranía, entre la costa y la línea férrea de Ronda a Algeciras, está hoy día sustituido por el de camionetas, que lo transportan en un par de horas a Málaga o a San Roque.

Hay un ferrocarril en construcción que unirá Málaga con Cádiz y que bordeando la costa atravesará toda esta región. Está ya en explotación el trozo de Málaga a Fuengirola, pero las obras llevan varios años paralizadas e ignoramos cuándo tendrán una continuación.

Orografía.—La línea costera, de suave ondulación, es plana y baja; forma playas sin acantilados ni escarpes y está separada de la formación hipogénica y arcaica por los terrenos terciarios que constituyen la campiña y forman un sistema de lomas cuya altitud rara vez pasa de 80 metros.

Comprende la Hoja en su parte Norte, y sobre todo NO., las estribaciones del sistema oriental en que se divide la cordillera Bética, es decir, aquel que con dirección SO. viene desde El Chorro hasta la desembocadura del río Genal y del cual forman parte las agrestes montañas denominadas Reales del Genalguacil, que establecen la separación de las provincias de Cádiz y Málaga y cuya cúspide, de 1.450 metros, situada sólo a unos siete kilómetros de la costa, constituye uno de los más hermosos puntos de vista de la Serranía. El color rojo oscuro de sus laderas y de sus profundas cañadas, constituidas por rocas hipogénicas del tipo peridótico, recubiertas de pinares, contrasta fuertemente con el azul generalmente límpido del cielo en aquel país y el verde o amarillento de la parte de la campiña y forma uno de los más bellos panoramas que pueden admirarse en la región.

Perpendicularmente a este sistema de la Bética Oriental, constituido en su mayor parte por rocas hipogénicas, existe otra serie de pequeñas sierras de menor altura que forman las vertientes de los ríos Verde, Guadaíza, Guadalmina, Guadalmanza, Velerín, Castor y Padrón. Estas derivaciones, formadas en su parte Norte por rocas eruptivas, están constituidas en su proximidad a la costa, es decir, en la zona que abarca la Hoja, por terrenos antiguos, que últimamente quedan recubiertos por la campiña terciaria.

Son las principales: los cerros de los Jaracillos, estribación eruptiva que separa el Guadalmina del Guadalmanza y cuya máxima altura es de 250 metros; las lomas del Monte, que constituyen la vertiente levante del río Velerín; lomas de Nicola, que separan las aguas del Castor y Velerín, y lomas del Nicio, que lo hacen entre el Castor y el Padrón.

Un dato curioso de la orografía de esta zona es lo que sucede con

el arroyo Cala y el río Padrón en el sitio denominado la Portezuela, en que los cauces de ambas corrientes están separados tan sólo por un dique de escasamente cinco a seis metros de espesor, el cual, una vez roto, haría que el arroyo de Cala captase al río Padrón, ya que su cauce tiene algo menos de altitud que el del río.

La fotografía número 1 muestra lo curioso del caso que citamos y en ésta se ven ambos cauces separados por una pequeña barrera de pizarras antiguas de no gran consistencia.

IV

ESTRATIGRAFÍA

Sistema Estrato cristalino

Este terreno, que ocupa una considerable extensión, bordea el gran macizo hipogénico de los Reales del Genalguacil, cubriendo una faja de unos 10 kilómetros de longitud, con dirección NE.-SO., desde el cerro de la Madroña hasta el caserío del Tío Hormigo, en la margen izquierda del río Guadalmanza. La anchura media de esta faja estrato-cristalina es de unos tres kilómetros y dentro de ella aparecen los diversos tramos y rocas que a continuación describimos, advirtiendo antes que en esta zona no hemos encontrado el tramo inferior representado por el neis grandular y sí sólo los tramos medio y superior de este terreno.

Tramo medio.—Está constituido por potentes macizos de dolomía cristalina, roca que al resistir en mayor grado que las demás de la serie los efectos de la denudación atmosférica se destaca de ellas desde bastante distancia, haciendo resaltar aún más esta diferencia el color blanco en ellas frecuente.

La textura de estas dolomías es cristalina, de cristales pequeños perfectamente romboédricos, y al descomponerse dan lugar a una arena característica que abunda en las muchas oquedades que presenta la roca. El color más común es el blanco, pero también se encuentran frecuentemente fajas de color gris muy compactas. Golpeada con el martillo, o frotando fuertemente dos trozos de roca, despiden un olor fétido característico, más o menos intenso según la proporción de magnesia.

Estas rocas están atravesadas generalmente por dos sistemas de diaclasas, que unidos a los planos de estratificación dan lugar a una descomposición de la misma en bloques de forma romboédrica y la

continuidad de estas diaclasas dificulta no poco la determinación exacta del buzamiento, fácil de confundir cuando los macizos son de un color uniforme.

Se encuentra este tramo en la vertiente Sur de la Cancha del Cuerno, Puerto de Las Palmas y loma de los Torilillos, hasta el Castillo del Nicio, con una extensión de unos cuatro kilómetros de longitud por uno y medio de anchura media, estando en él enclavados los yacimientos de scheelita y bismuto que se describen en el capítulo VII.

Otro manchón importante de dolomías es el que se extiende desde el caserío de Buendía hasta la confluencia del arroyo de los Membriillos con el río Velerín, formando parte de la vertiente de poniente en las lomas del Monte.

Afloramientos menos importantes de la dolomía aparecen también en la casa de Nicola y en el arroyo de las Abejeras.

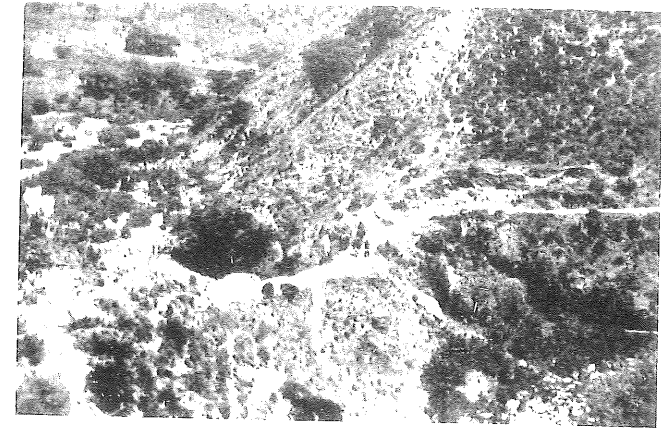
Tramo superior. — La base de este tramo la forma una alternancia de dolomías con neis o micacitas y a medida que se asciende en él van disminuyendo gradualmente las dolomías hasta llegar a la parte superior, que está constituida tan sólo por dichos neis o micacitas y a veces con algunas anfibolitas, sobre las cuales descansan las pizarras de la serie cambriana.

El neis está compuesto de cuarzo, feldespato ortosa y oligoclasa y biotita, conteniendo como minerales accesorios muscovita, rutilo, zircón, magnetita y, más rara vez, silimanita, sericita y talco. Su color es rojizo, debido a la impregnación ferruginosa, su textura fajeada, claramente visible, y su grano de tamaño medio.

Las micacitas están compuestas principalmente de cuarzo, muscovita y biotita, conteniendo también como minerales accesorios grafito, zircón, rutilo, estaurotita y a veces andalucita, en aquellas partes en que está metamorfozada. Se presentan en capas más delgadas que los neis, son de color pardo, verdoso o rojizo, y constituyen, como hemos dicho, la parte superior.

Este tramo superior del Estrato cristalino ocupa bastante extensión en la Hoja que estudiamos, abarcando una zona de unos 10 kilómetros de longitud por tres de anchura, desde el cerro de la Madroña, al NO. de Estepona, hasta el río Guadalmanza, en que se pone en contacto con las peridotitas.

Los montes de la Madroña, loma de la Portezuela, cerro del Castor y vertiente levante de la loma del Monte, integrados por este terreno, son de perfil suave, debido a que los materiales son deleznable, y al descomponerse por la acción atmosférica producen una tierra vegetal bastante fértil que en la región ha sido aprovechada para el cultivo del alcornoque.



Fot. 1. — «La Portezuela»: Estrecha faja de pizarras que separa los cauces del Arroyo de Cala y el río Padrón.



Fot. 2. — Contacto entre las dolomías y las peridotitas. — Camino de Jubrique en el Arroyo de Cala.



Fot. 3. — Peridotitas mostrando las diaclasas que les dan aspecto de estratificación. — Loma de los Torilillos.

Sistema Cambriano

El terreno Cambriano ocupa una extensión algo menor que el Estrato cristalino. Se extiende desde el río Velerín hasta la vertiente Sur de la Sierra de los Reales en el arroyo de los Polvitos (límite occidental de la Hoja), con una longitud de unos ocho kilómetros y una anchura media de un par de ellos. Bordea durante todo su recorrido el límite meridional del Estrato cristalino, con el cual está en continua relación estratigráfica, hasta el punto que ambos terrenos se encuentran en toda la zona estudiada en completa concordancia y afectados por las mismas plegaduras.

La ausencia completa de fósiles hasta el presente ha obligado a los geólogos que han estudiado este terreno a basarse precisamente en esta concordancia para clasificarlo como Cambriano, tenida cuenta que del examen microscópico se deduce que se trata de rocas indiscutiblemente sedimentarias, pues sus minerales constituyentes están rodados, entremezclados y cementados con un cemento terroso.

Estas pizarras, que constituyen la parte inferior del Cambriano, son generalmente de color pardo oscuro y rojizo y forman capas de unos 10 centímetros de espesor cortadas por dos sistemas de diaclasas, en forma tal, que la roca se parte fácilmente en trozos de forma romboidal casi rectangular; son bastante deleznable y en su descomposición producen una tierra vegetal fértil.

Sus elementos componentes son trocitos de cuarzo rodado, unidos por un cemento terroso con sericita, clorita y óxido de hierro, y como minerales accesorios abundan el rutilo y la chiastolita.

Alternando con estas pizarras se encuentran a veces capas delgadas de arcosas, que se diferencian de aquéllas en que en su composición además del cuarzo, entran los feldespatos ortosa y oligoclasa y la mica, siendo su grano sensiblemente más grueso que el de las pizarras.

Con menos frecuencia que las rocas anteriormente mencionadas se encuentran algunas capas de tanitas de color casi negro y compactas con delgados filoncillos blancos de calcedonia.

Son frecuentes, en toda la formación, los filones de cuarzo de reducido espesor, que la atraviesan en todas direcciones y son característicos de este terreno.

Constituyen estas rocas lo que se ha clasificado como Cambriano inferior en la región y a este tramo hemos referido todo el manchón que aparece en la Hoja que estamos describiendo, ya que las pizarras color de humo que se clasifican como tramo medio apenas si existen en él, y las calizas alabeadas, que se clasifican dudosamente como del tramo superior, no existen en esta zona.

El espesor total de la formación es difícil de apreciar dada la multitud de pliegues que la afectan, calculándose aproximadamente que debe ser de unos 500 metros.

Sistema Triásico

El terreno Triásico ocupa pequeña extensión superficial. Sólo lo hemos encontrado en la parte alta del arroyo de Las Abejeras, en una zona de unas ocho o diez hectáreas de superficie.

Su facies es marcadamente litoral y está constituida por conglomerados rojos con grandes cantos de cuarzo, néis y pizarra, unidos por un cemento ferruginoso que contiene minerales procedentes de las rocas peridóticas.

La clasificación de este terreno es un tanto dudosa por la carencia de fósiles, al menos en esta zona.

Los Sres. Michel Levy y Bergeron lo clasificaron como Permiano, basándose en su semejanza con el Permiano de Francia y Sajonia y en la discordancia que encontraban entre este terreno y las areniscas francamente triásicas que lo recubren en otras regiones (1).

Confiesan, sin embargo, que no han encontrado ningún fósil que les permita una clasificación terminante.

Por otra parte, el Sr. Orueta lo denomina Triásico por haber encontrado ciertos vestigios fósiles que, aunque inclasificables de manera cierta, fueron remitidos a las Universidades alemanas, las cuales indicaron que, tanto las rocas como los fósiles, les inclinaban a pensar que pertenecían al Triás inferior.

No hay, pues, datos suficientes para una afirmación categórica. Confesamos que estos conglomerados son bastante parecidos a los del Viar, que hemos tenido ocasión de estudiar al hacer la hoja de Cantillana, y que más bien nos inclinaríamos a clasificarlos como permianos, pero esta apreciación nuestra no podemos basarla en datos paleontológicos, por lo cual, al menos por ahora, nos abstenemos de cambiar la denominación de Triásico que le asignó Orueta.

Sistema Jurásico

El único vestigio de terrenos secundarios que aparece en la Hoja es el pequeño manchón jurásico que aflora al Oeste de Estepona, en el punto donde actualmente se está construyendo el puerto. Está constituido por calizas compactas amarillentas y grisáceas, formando

(1) Mission d'Andalousie, pág. 225 y 226.

potentes bancos y por su comparación con las de otros parajes, clasificadas paleontológicamente por los ya citados autores franceses, podemos referirlas al malm.

Este mogote jurásico parece ser un afloramiento de la misma roca que la que constituye la Sierra Crestellina, de la provincia de Cádiz, y que bordeando el pueblo de Casares se extiende, casi sin interrupción, desde el puerto Chamorro hasta el cortijo de Corominas, donde desaparece bajo los terrenos terciarios para volver a aparecer en Estepona, al mismo borde del mar.

Sistema Eoceno

Bordeando el terreno Cambriano, en gran parte de la zona comprendida entre el arroyo de las Abejeras y el límite Oeste de la Hoja, aparece señalada en el mapa una mancha eocena que no es sino una pequeña parte de la gran extensión que este terreno ocupa en el valle del Guadiaro.

La roca que principalmente lo forma, y que se llama en el país «asperón» o «bizcochera», es una arenisca consistente, de color amarillento o rojizo y grano fino; aparece en gruesos bancos y en los planos de junta suelen encontrarse numerosos numulites.

Esta roca, al descomponerse, produce una tierra vegetal fértil y rica en alúmina, debida a la arcilla que sirve de cemento en la trabazón de sus granos silíceos.

Sobre esta arenisca suele encontrarse, en las inmediaciones de Estepona, una caliza compacta de color amarillento y grano grueso, que contiene alveolinas, sobre todo en los planos de junta.

Esta caliza con alveolinas rara vez se encuentra en los manchones eocenos del interior, pero es frecuente en el litoral.

Siguiendo las ideas expuestas por el Ingeniero Sr. Gavala en su trabajo «Regiones petrolíferas de Andalucía», clasificamos estas rocas como pertenecientes al flysch eoceno.

Sistema Oligoceno

Este sistema no se había señalado hasta el presente en esta zona, lo cual se explica perfectamente por su escasez de fósiles, sobre todo en el tramo que lo representa en la región.

Ocupa la parte alta de una serie de pequeñas lomas que, con dirección NO.-SE., constituyen lo que se denomina Mesas de Salavieja, en una extensión de escasamente un par de kilómetros, apareciendo otro manchón en el kilómetro 84 de la carretera a Algeciras.

La roca constituyente es una arenisca lacustre, formada exclusiva-

mente por granos de cuarzo sin apenas cemento, deleznable y de un color amarillo rojizo y hasta blanco.

Esta roca es en un todo semejante a la que constituye la Sierra del Algibe en la provincia de Cádiz, donde ha sido minuciosamente estudiada por el mismo Sr. Gavala y constituye la parte inferior del Oligoceno.

Sistema Plioceno

Se extiende este terreno desde el pueblo de Estepona hasta cerca de Fuengirola, fuera ya del límite de la Hoja. En toda esta extensión forma una banda costera de unos 30 kilómetros de longitud y una anchura máxima de cinco, con altitudes a veces de más de 120 metros sobre el nivel del mar.

Las abundantes especies de fósiles que contiene presentan muchas afinidades con la fauna actual, tanto que pudieran inducir en ciertos casos a considerarlo como Cuaternario, pero un estudio detenido demuestra que se trata de un depósito en que las especies francamente pliocenas se mezclan con las vivientes, de manera análoga a lo que sucede en otros yacimientos de la parte oriental del Mediterráneo y que están clasificados como pliocenos.

La abundancia de fósiles y la facilidad de acceso a la zona ocupada por este sistema, hace que haya sido, desde hace tiempo, uno de los terrenos mejor estudiados. Ya en 1854, Sharenberg, en su estudio sobre la costa Sur del Mediterráneo, al tratar de los Tejares de Málaga, señala la semejanza entre las margas que los constituyen y las margas subapeninas, dando la lista de fósiles encontrados pero sin separar cuáles pertenecen a las margas azules que considera subapeninas y cuáles a las arenas amarillas, que pertenecen al Plioceno medio.

También Ansted, en 1857, dedica la parte más interesante de su trabajo a los terrenos terciarios de Málaga y sobre todo a los Tejares, que clasifica, al igual que Sharenberg, como pertenecientes al Plioceno inferior o subapenino.

Por último, los Sres. Michel Levy y Bergeron, que prestaron atención preferente a esta faja litoral publicando la más numerosa y detallada lista de fósiles de la misma, la consideran también como subapenina, a semejanza de la estudiada por Philippi y el marqués de Monterosato en los depósitos de Palermo, en Monte Pellegrino y Ficcarazzi.

De todos los estudios realizados hasta el día resulta que este Plioceno de la provincia de Málaga contiene los siguientes niveles:

1.º Subapenino o plasenciense, que constituye el nivel inferior y que está representado por las margas de los Tejares y las areniscas de la zona que se extiende desde Estepona hasta cerca de Fuengirola.

2.º Plioceno medio o astiense, al que pueden corresponder unas arenas amarillas que cubren las margas de los Tejares.

En la parte que abarca esta Hoja sólo aparece el nivel subapenino constituido, como queda dicho, por una arenisca de grano grueso, en la que el tamaño y consistencia de la roca varía mucho de un lugar a otro, roca que recibe en el país el nombre de bizcornil.

Los granos de esta roca están rodados y constituidos por peridotita, dolomía, neis, etc., elementos constituyentes, en una palabra, de la zona meridional de la Serranía, variando su tamaño desde un par de centímetros hasta sumamente fino en algunos casos.

El cemento y consistencia de la roca también varía, siendo el primero arcilloso o silíceo y la segunda sumamente distinta según los casos, desde verdaderas arenas sueltas hasta tan compactas que permite su empleo como piedras de construcción y hasta de ornamentación por el pulimento que pueden admitir. En unas excavaciones que tuvimos ocasión de visitar cerca de San Pedro Alcántara, en las proximidades del paraje denominado Casasola, se encontró una columna de la época romana hecha con bizcornil que, a pesar del largo plazo de tiempo transcurrido, conserva aun buen pulimento, lo que demuestra la consistencia de esta roca en ciertos casos.

El bizcornil se presenta generalmente en bancos alternantes de desigual consistencia y de un espesor de medio metro aproximadamente. Algunos de estos bancos están materialmente cuajados de fósiles, como sucede cerca de Estepona y en los alrededores de San Pedro Alcántara. La lista se inserta en el capítulo VI, PALEONTOLOGÍA.

Además del bizcornil, se presenta en los bordes septentrionales de la mancha pliocena una brecha de cantos angulosos y de mayor tamaño que las del bizcornil, que por su gran consistencia aparece en forma de dique jalonando los límites de la formación costera del mar plioceno. A medida que se avanza en esta formación hacia el Sur, va disminuyendo el tamaño de sus granos acabando por reducirse hasta constituir la arenisca «bizcornil».

PETROGRAFÍA

En el «Estudio geológico y petrográfico de la Serranía de Ronda», por D. Domingo de Orueta, ha sido tratada bien al detalle la petrografía de la región que nos ocupa. Nos limitaremos, pues, a dar una reseña petrográfica sucinta de las rocas que entran en la formación de la región que nos interesa, remitiendo a todo lector de esta Memoria explicativa que quiera ahondar más en estos estudios a la referida publicación.

Peridotitas.—Parte de la zona que estamos estudiando, principalmente su borde Oeste y parte del Norte, están ocupados por la gran masa peridótica de la Serranía de Ronda, tal vez una de las mayores manifestaciones del mundo de esta especie de rocas hipogénicas, ya que esos afloramientos se extienden en una longitud de más de 65 kilómetros y una anchura de 15, desde Los Reales del Genalguacil, al Oeste de Estepona, hasta Sierra de Aguas, al Este de Carratraca, y constituidos por dos grandes masas, unidas entre sí por multitud de pequeños afloramientos que parecen indicar la continuidad de la roca hipogénica en profundidad.

A uno de estos enormes afloramientos, el que abarca desde los Reales de Genalguacil hasta Sierra Parda, al Oeste de Tolox, con una longitud de 40 kilómetros y que constituye además los macizos montañosos de Sierra Bermeja, Sierra de la Palmitera y Sierra del Real del Duque, pertenece parte de la zona que nos ocupa.

Estas rocas hipogénicas básicas que se presentan en masa, están a veces atravesadas por múltiples filones de rocas ácidas del tipo granulítico y se hallan serpentinizadas por un proceso de hidratación. La descomposición de las peridotitas da por resultado gran cantidad de óxido de hierro, que tinte de rojo oscuro las montañas peridóticas en

tal forma que las hace destacables y fáciles de reconocer desde larga distancia.

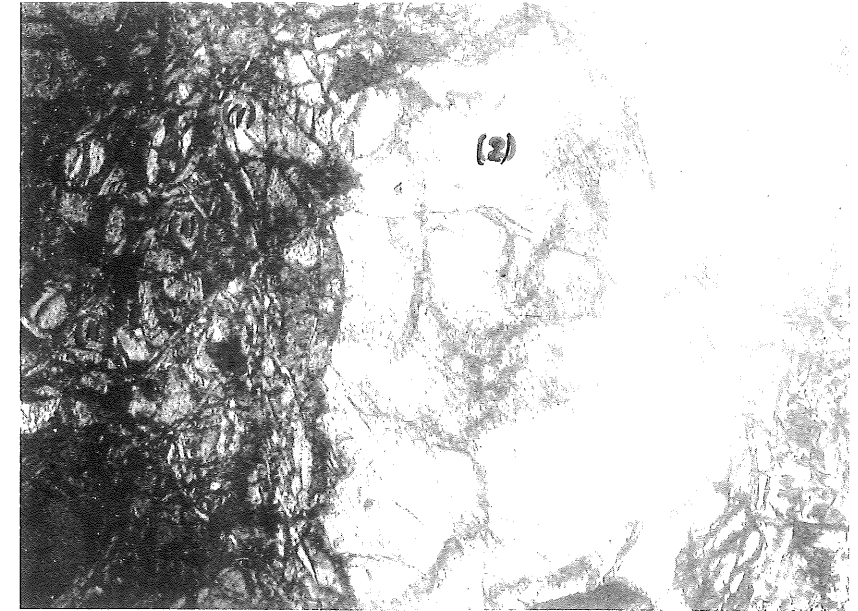
Esta causa de alteración de estas rocas hace que sea sumamente difícil el obtener buenas muestras de ellas para las preparaciones micrográficas, por lo cual debe de tenerse muy en cuenta este factor al recoger los ejemplares, evitando el coleccionar trozos superficiales y sí sólo aquellos que se pueden obtener después de haber quitado, cuando menos, 10 centímetros de la superficie del crestón rocoso. En nuestro caso, nosotros nos hemos visto obligados a veces a dar pequeños barrenos hasta de 30 centímetros de profundidad para obtener un ejemplar admisible, lo cual, por otra parte, se nota en que la peridotita sin alterar tiene un color verdoso más o menos oscuro y sobre todo un brillo cristalino bastante acentuado, distinto del rojo pardusco y mate de las rocas alteradas.

Examinadas las muestras de peridotitas que nos ocupan, en láminas delgadas, se ve que son rocas totalmente cristalinas de elementos bastante gruesos con absoluta carencia de vidrio, prueba evidente de una consolidación lenta y alejada de la superficie, es decir, consolidación en forma de batolito verificada en el interior de la corteza terrestre y puestas después de manifiesto a la superficie por causas secundarias, como movimientos orogénicos y fuertes denudaciones.

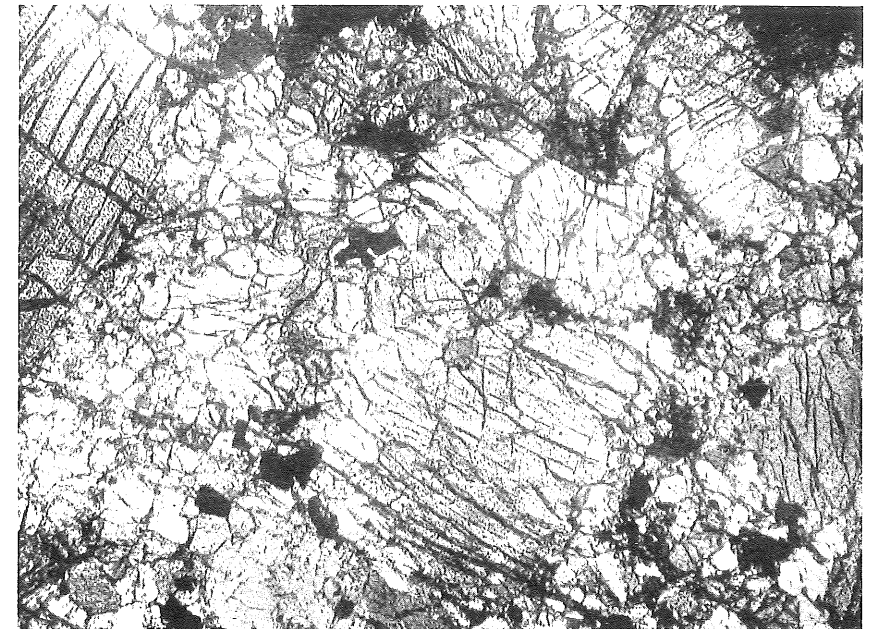
CLASIFICACIÓN.— Las peridotitas constituyentes del gran macizo hipogénico que acabamos de citar se clasifican, según su orden decreciente de basicidad, de acuerdo con el siguiente cuadro:

Tipo ultrabásico. Sin alúmina ni álcalis.	}	<i>Dunitas</i> = olivino + espinela (cromita).
		<i>Harzburgitas</i> = olivino + espinela (cromita o picotita) + piroxeno ortorrómbico (enstatita o broncita).
		<i>Piroxenitas</i> = piroxeno ortorrómbico + espinela (sin olivino).
Tipo básico. Con algo de alúmina, sin álcalis.	}	<i>Lerzolitas</i> = olivino + piroxeno ortorrómbico + piroxeno monoclinico (dialaga) + espinela (picotita).
		<i>Dialaguitas</i> = piroxeno monoclinico (dialaga) dominante + olivino + picotita.
		<i>Websterita</i> = piroxeno ortorrómbico (enstatita) + piroxeno monoclinico (dialaga) + espinela (picotita). Sin olivino.
Tipo menos básico. Con alúmina y álcalis. A veces algo de sílice libre.	}	<i>Noritas</i> = piroxeno ortorrómbico + piroxeno monoclinico + olivino + espinela + feldespato calcosódico (anortita o labrador) + a veces biotita.
		<i>Gabros</i> = piroxeno monoclinico + olivino + feldespato calcosódico (labrador) + cuarzo.

Demuestra este cuadro el tránsito progresivo desde la roca más



Microfotografía núm. 4. — Harzburgita.
(1) Olivino. — (2) Enstatita. — (3) Picotita.



Microfotografía núm. 5. — Piroxenita.
Fenocristales de enstatita rodeados de pequeños cristales del mismo mineral y de cromita.

básica, la dunita, hasta la más ácida de la serie, el gabro, pero hemos de advertir que no es posible fijar sobre el terreno una línea exacta de separación entre uno y otro tipo, ya que el tránsito se efectúa insensiblemente, dando lugar a tipos intermedios en los cuales aparecen, si bien en pequeñas cantidades, los elementos de los tipos que le anteceden o siguen en esta clasificación. Diremos sin embargo, como norma bastante general, que los centros duníticos suelen ser de pequeña extensión, si entendemos por tales aquéllos en que no aparecen como componentes más que el olivino y la cromita, y están rodeados por unas a modo de aureolas cuya acidez va creciendo a medida que se separan más del centro, y así tenemos que la periferia llegará a estar formada por noritas y gabros. Esta es la constitución teórica de cualquiera de los macizos hipogénicos peridóticos de que estamos tratando, pero es frecuente que uno de los tipos se haya desarrollado desproporcionadamente con respecto a los otros, y así se encuentran a veces reducidísimos centros duníticos, que apenas cuentan con algunos metros cuadrados de superficie, envueltos por grandes macizos de harzburgitas y lerzolititas de varios kilómetros cuadrados de extensión, los cuales, a su vez, están festoneados por una reducida faja de noritas o gabros que a veces incluso falta o no es visible.

Dentro del perímetro de esta Hoja no hemos hallado ningún centro dunítico, y el más próximo que conocemos es el del Porrejón, cerca del nacimiento del río Padrón y situado un par de kilómetros al Norte del límite superior de nuestra Hoja.

Entre los aluviones del citado río pueden encontrarse algunos cantos rodados de dunitas, pero por no entrar esta roca a formar parte de las que constituyen la zona que nos interesa nos abstenemos de describirla.

Harzburgitas (fot. núm. 4).—Roca la más abundante de la serie dentro del perímetro que estamos estudiando.

El estudio macroscópico enseña que es de color verde oscuro con manchas y regueros serpentinosos claros. Cristalina de grano grueso con cristales de piroxeno brillantes cuando muestran el crucero. Bastante densa con un peso específico superior a 3.

La roca suele estar recubierta de una costra de serpentina erizada de cristales medio descompuestos de piroxeno, mineral que se serpentiniza más difícilmente que el olivino.

El examen petrográfico demuestra la existencia de dos minerales dominantes: el olivino (1), bastante serpentinizado, y la enstatita, en cristales grandes (2).

La espinela que acompaña a estos minerales es picotita (3), que suele tener una aureola gris alrededor.

En la fotografía se aprecian con bastante claridad los cruceros paralelos a las caras *m* característicos de los piroxenos ortorrómbicos como la enstatita, y que al estar situados a cerca de 45° de los hilos

del retículo nos muestran el cristal en su máximo de luminosidad entre los nicoles cruzados.

El ejemplar ha sido cogido en la loma del Infierno, al Norte de Estepona.

Piroxenitas (broncitas), fot. núm. 5.—Roca bastante rara en la Serranía, textura cristalina de granos gruesos con brillo resinoso de color pardo oscuro y muy densa (3,30).

Examinada al microscopio, entre los nicoles cruzados, se ve que el mineral dominante es un piroxeno ortorrómbico, la enstatita, que a veces se carga más de hierro y se convierte en broncita. La extinción es recta con arreglo a los cruceros, pero éstos, a veces, están curvados como todo el cristal, y esta extinción se hace ondulante conforme el crucero va siendo tangente a los hilos del retículo.

La enstatita aparece con tonos de polarización grises, mientras que en la broncita estos tonos son más elevados, amarillos y hasta rojizos, apareciendo en ella abundantes inclusiones características.

Los grandes cristales de piroxeno dan a la roca cierto aspecto porfiroide.

Hay, además, cristales pequeños redondeados, también de piroxeno ortorrómbico, de olivino, aunque escaso, algo de dialaga y pequeños trozos de cromita.

La muestra ha sido recogida en las lomas del Castillo del Nicio, al NE. de Estepona.

Lerzolititas (fot. núm. 6).—Roca cristalina de grano grueso, viéndose a simple vista una red fina, amarilla, de serpentina. La muestra es de un color pardo verdoso oscuro, casi negro, de fractura irregular recubierta de láminas brillantes que no son otra cosa que los planos de cruceros de los piroxenos. Densidad semejante a la de las harzburguitas.

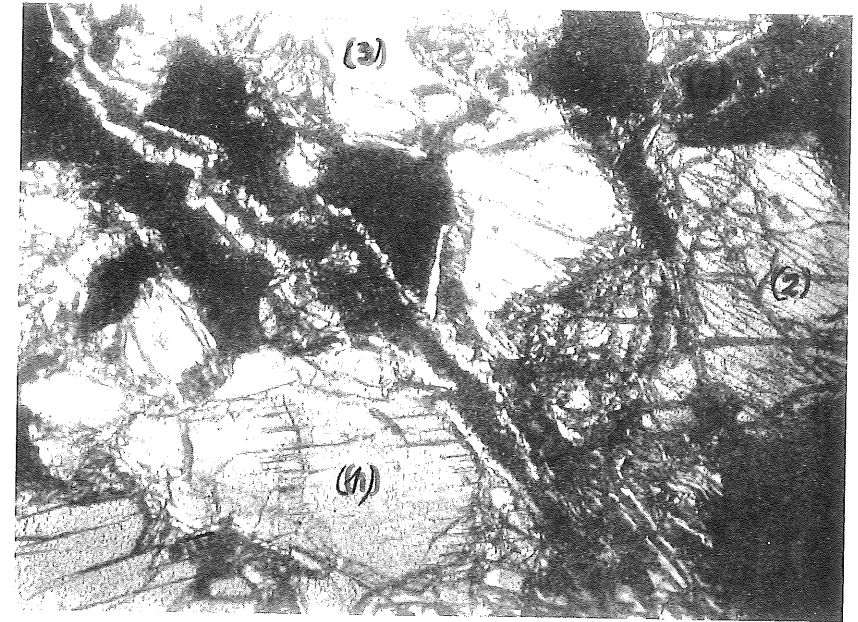
Examinada al microscopio se distinguen cristales de piroxeno ortorrómbico, enstatita (1), otros de piroxeno monoclinico, dialaga (2), que se distinguen de los anteriores por los intensos colores de polarización, verdes o azules, y su gran ángulo de extinción respecto a los cruceros.

El olivino es bastante frecuente y además se ve una espinela amarillenta que es cromita.

La muestra procede de las márgenes del río Padrón, en las laderas de la Cancha del Cuervo.

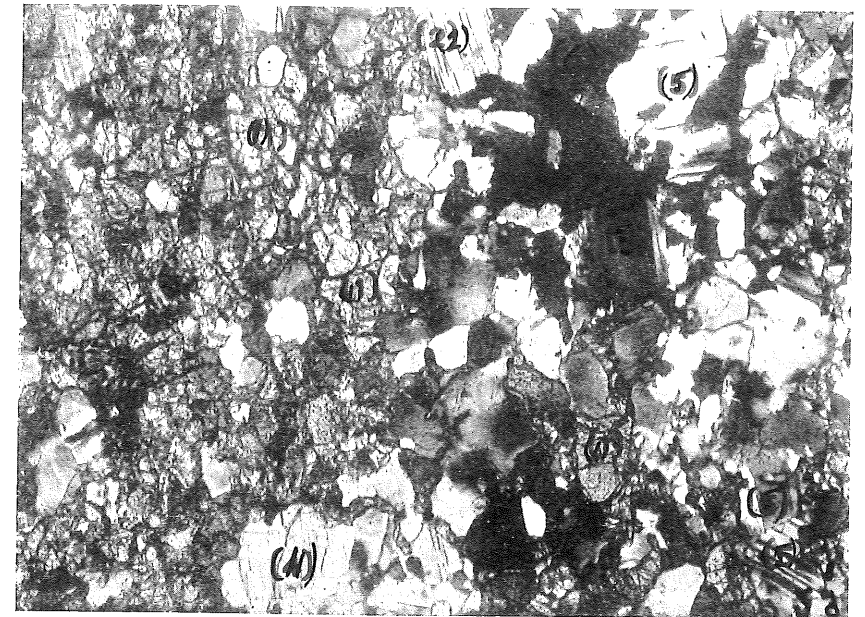
Noritas (fot. núm. 7).—Roca cristalina muy dura, color pardo, de textura algo porfiroide, siendo los cristales de piroxeno bastante mayores que los de olivino. También se ven algunas pequeñas manchas claras en los sitios en que se acumulan los granos de feldespato.

El examen microscópico muestra trozos de olivino, enstatita, bron-



Microfotografía núm. 6. — Lerzolitita.

(1) Enstatita. — (2) Dialaga. — (3) Olivino. — (4) Cromita.



Microfotografía núm. 7. — Norita.

(1) Olivino. — (2) Enstatita. — (3) Broncita (casi extinguida). — (4) Dialaga. — (5) Anortita. — (6) Pleonasto.

cita y dialaga, empotrados en una pasta cristalina de grano fino, compuesta principalmente de olivino y feldespato con algunos granos de piroxeno.

Los cristales de enstatita están a veces torcidos, con extinción ondulosa y polarizan en gris, y los de broncita se distinguen de ellos por su tono amarillo de polarización y por su dicroísmo.

La dialaga aparece en cristales aislados por sus caracteres habituales y con intrusiones frecuentes de feldespato.

Como elemento blanco se distingue el feldespato con maclas polisintéticas medianamente anchas, terminadas a veces en punta por uno de sus extremos, en forma semejante a las púas de un peine. El ángulo que forman las direcciones de extinción de las dos series de láminas hemitrópicas es siempre superior, aunque próximo, a los 90°, todo lo cual demuestra que se trata del feldespato más básico de la serie, es decir, de la anortita.

Las maclas de enstatita y dialaga son abundantes en esta roca.

Se distingue también una espinela poco transparente de color verde oscuro en sus bordes y extinguida siempre entre los nicoles cruzados, que está repartida irregularmente en la preparación y que es el óxido doble de alúmina, magnesia y hierro que se denomina pleonasto.

Se trata, pues, de una norita muy típica, y el ejemplar ha sido cogido cerca de la Alberca, en la cuenca del río Padrón, en los bordes de la masa hipogénica que constituye el macizo montañoso de los Reales de Genalguacil.

Quedan con esto descritas las diversas clases de peridotitas que forman parte de la Hoja 1.072, restándonos tan sólo añadir que además de estas rocas hipogénicas, que constituyen grandes masas de varios kilómetros de extensión, hemos encontrado también rocas filonianas ácidas encajadas en las peridotitas, como sucede con algunos filones de granulitas en Peñas Blancas. Y, por último, atravesando el terreno Estrato cristalino y el Cambriano aparecen algunos diques de dioritas cuarcíferas al NE. de Estepona, cuyos caracteres no describimos, especialmente por ser los comunes en esta clase de rocas.

A continuación de estos capítulos dedicados a la estratigrafía y petrografía, deberíamos entrar en la explicación de la tectónica de la región, sin embargo, constituyendo la comarca que estamos estudiando tan sólo una reducida porción del conjunto de accidentes geológicos que han dado lugar a la formación de la Serranía de Ronda, y siendo tantas y tan variadas las interpretaciones que a estos accidentes se han venido dando por los diversos autores que de la materia se han ocupado, resultaría que continuamente tendríamos que estar refiriéndonos a fenómenos y lugares situados fuera de los límites de esta Hoja, lo cual se prestaría a una gran confusión.

Por otra parte, para poder emitir una opinión sobre dicha tectónica, no basta con las observaciones locales que hayamos podido hacer

sobre esta limitada zona que forma tan sólo el extremo occidental de la Serranía, pues las deducciones tendrían que ser muy probablemente modificadas, al estudiar las hojas colindantes de Ronda y de Marbella, que abarcan, por decirlo así, el corazón de la Serranía, por lo cual creemos prudente aplazar toda hipótesis sobre esta materia hasta el estudio detallado de estas últimas hojas, cuya labor ya tenemos emprendida.

VI

PALEONTOLOGÍA

En el capítulo IV, dedicado a la Estratigrafía, hemos hecho resaltar la carencia de especies fósiles en los terrenos Cambriano y Triásico que en él hemos citado, sin que tampoco hayamos sido más afortunados en el pequeño manchón jurásico que aparece en las inmediaciones de Estepona.

Los dos únicos sistemas en que abunda la fauna fósil en la comarca son el Eoceno y el Plioceno, sobre todo en este último.

En el Eoceno, que como entonces dijimos, está formado por areniscas y calizas, se encuentran con bastante frecuencia numerosos *nummulites* en las primeras y *alveolinas* en las segundas.

Pertenece a diversas especies, siendo la más frecuente la de *Nummulites granulosa*, d'Arch., pero también han sido citados los siguientes:

- Nummulites perforata*, d'Orb.
 > *biarritzensis*, d'Arch.
 > *ramondi*, Defr.
 > *spira*, De Rossy.

En cuanto a las *alveolinas* de que suelen estar cargadas las calizas del tramo superior de este sistema, pertenecen en su mayoría a la especie *Alveolina elliptica*, d'Arch.

El terreno Plioceno, que desde San Pedro Alcántara se extiende hasta Estepona es sumamente fosilífero, con ejemplares muy bien conservados, y ha sido objeto de múltiples estudios por Orueta, de Verneuil y sobre todo por la comisión francesa destinada a estudiar el terremoto ocurrido en Andalucía en diciembre de 1884.

Los Sres. Michel Levy y Bergeron y los paleontólogos Sres. Bertrand y Kilian, dedicaron preferente atención a este minucioso estudio, encontrando algunas especies nuevas que tuvieron la gentileza de dedicar a eminentes geólogos españoles, como el *Pecten macphersoni* y el *Pectunculus oruetae*, ambas abundantes en aquel yacimiento.

Estos yacimientos fosilíferos se encuentran en las arenas margosas de los alrededores de la colonia agrícola de San Pedro Alcántara y su fauna tiene tales afinidades con la actual que primeramente fueron clasificados como cuaternarios. Sin embargo, su estudio detenido ha demostrado que deben de ser referidos al Plioceno y en ellos se encuentran una serie mezclada de especies francamente pliocenas y actuales. Es muy interesante el hecho de que muchas de estas últimas se encuentran hoy día en las partes profundas del mar Mediterráneo y otras pertenecen a la fauna del Atlántico.

A continuación citamos el cuadro de especies encontradas en estos yacimientos, que como se ve constituyen una larga e interesante serie:

Pterópodos.

Cleodora pyramidata, Linn.

Gasterópodos.

Bulla acuminata, Brug.

Marginella auris leporis, Brocc.

Cerithium scabrum, Olivi.

Vermetus intortus, Bronn.

Calyptrea chinensis, Linn.

Natica helicina, Brocc.

Trochus magus, Linn.

› *palulus*, Brocc.

Eumargarita quadrae, nov. sp.

› *fischeri*, nov. sp.

Rimula capuliformis, Pecchi.

Tectura virginea, Müller.

Acroria dubia, nov. sp.

Escalópodos.

Dentalium delphinense, Font.

› *entale*, var. *tarentinum*, Lamk.

Loxoporus divae, Ch. Vélain.

Lamelibranquios.

Ostrea lamellosa, var. *cortesiana*, Cocconi.

Pecten similis, Laskey.

› *fenestratus*, Forbes.

› *opercularis*, Linn.

› *macphersoni*, nov. sp.

Lima subauriculata, Montagu.

Linea strigilata, Bronce.

Modiola phaseolina, Philippi.

Arca tetragona, Poli.

› *lactea*, Linn.

› *fouqueti*, nov. sp.

Plosiarca pectunculoides, Scacchi.

Pectunculus oruetae, nov. sp.

Limopsis auomala, Eichw.

Leda consaguinea, Bellardi.

› *bellardi*, nov. sp.

› *heberti*, nov. sp.

Yoldia genci, Bell.

Cardium multcostatum, Brocc.

› *munieri*, nov. sp.

Lucina borealis, Linn.

Gonilia bipartita, Philippi.

Cryptodon sinuosam, Donovan.

Montacuta bidentata, Montagu.

› *donacina*, Wood.

Kellyella abyssicola, Sars.

Astarte triangularis, Montagu.

Turquetia fragilis, Ch. Vélain.

Crassatella tenuistria ? Nyst.

Pecholia argentea, Mariti.

Cardita corbis, Philippi.

Verticordia cardiiformis, Wood.

Venus ovata, Pennant.

› *plicata*, Gmelin.

Tellina balaustina, Linn.

Syndosmya alba, Wood.

Corbula gibba, Olivi.

Corbula ? *hispanica*, nov. sp.

Saxicava arctica, Linn.

Digitaria digitaria, Linn.

Poromya granulata, Nyst et Westendorp.

Braquiópodos.

Terebratula philippi, Seg.

MINERÍA Y MINERALOGÍA

A pesar de la relativamente reducida extensión de terreno que ocupa esta Hoja, habremos de citar algunas menas que en ella aparecen y que han sido motivo de explotación o investigaciones, tanto por los particulares como por el Estado. Son éstas: la magnetita de la mina «San Manuel», conocida también por las Covatillas, cerca de Estepona; los yacimientos de scheelita y bismuto de las minas «Conchita» y «Lucía» al Norte de esta misma población y, por último, los aluviones platiníferos del río Guadaiza en las proximidades de San Pedro de Alcántara, en el extremo levante de la zona.

MINA «SAN MANUEL».—Esta mina ha sido objeto de una seria investigación y un principio de explotación, hallándose parada y abandonada cuando nosotros la visitamos en septiembre de 1930.

Se halla situada a unos cinco kilómetros al NO. de Estepona, en la masa hipogénica peridótica de los Reales de Genalguacil, en el contacto con un pequeño vestigio de calizas dolomíticas del Estrato cristalino. A semejanza con todos los demás criaderos de hierro magnético de la Serranía, la ganga que acompaña al mineral está constituida por anfibolitas y serpentina fibrosa de color amarillo claro y el mineral es de buena calidad.

Del plano que hemos examinado, y que data del año 1904, se deduce que existen dos pozos distanciados entre sí unos 130 metros y con una diferencia de nivel de 25 metros. Estos pozos, cuya profundidad es de cerca de 30 metros, se encontraban inundados al efectuar nuestra visita, estando uno de ellos muy bien revestido de cemento y en buenas condiciones para poder ser utilizado de nuevo. El resto de las

edificaciones y labores exteriores se encontraban en estado de ruina y el camino de acceso a la mina bastante deteriorado.

Las manifestaciones ferruginosas tienen una dirección más o menos de levante a poniente con buzamiento al Sur, y parece tratarse de una bolsada alargada que arma en el mismo contacto entre las peridotitas y las calizas dolomíticas indicadas.

Grandes pilas de mineral, en cantidad de algunos miles de toneladas, se encuentran distribuidas en la superficie en espera, según nos dijeron, de ser exportadas por medio de un cable aéreo que se pensaba instalar hasta Estepona, en donde el nuevo puerto, en construcción actualmente, simplificará un tanto el embarque. Como tantos otros negocios de minerales de hierro en España, este de Estepona resurgirá quizás un día en que las condiciones del mercado para estos minerales sean más favorables que las actuales, siempre que las investigaciones que se efectúen demuestren la importancia del criadero.

Yacimientos de bismuto y scheelita.

MINAS «CONCHITA» Y «LUCÍA».—Están situados estos yacimientos en la ladera oriental del cerro del Lentisco, que forma parte de la cuenca superior del río Padrón, a unos seis kilómetros al Norte de Estepona, a 300 metros de altitud y a unos 250 al Sur del contacto entre el macizo hipogénico peridótico y el tramo medio del Estrato cristalino, constituido por alternancias de neis con cordierita y potentes bancos de dolomía blanca o gris. La masa peridótica parece extenderse por bajo de este contacto hacia el Sur y el Estrato cristalino constituye tan sólo los restos de la cubierta del batolito que han resistido aun a la denudación, fenómeno frecuente en la región y que se aprecia en los escarpes y barrancos de los ríos y arroyos de la vertiente Sur en la Serranía, como sucede en el Castor y en el Guadalmanza, por ejemplo.

Este yacimiento, que fué ya reconocido por Orueta Aguirre en 1870, ha sido objeto más tarde de más serias investigaciones y de él se han extraído ejemplares de scheelita verdaderamente extraordinarios como el representado en la fotografía número 8 de tamaño natural; su color es amarillo de miel, traslúcidos y de brillo resinoso y su pureza es grande, ya que el análisis ha acusado el 80 % de ácido tungstico con el 19 % de cal y el resto indicios de hierro y potasio.

Este mineral está cristalizado en el sistema cuadrático, siendo su forma predominante la doble pirámide con las aristas truncadas.

La dureza es de 5; su densidad 6,2; tiene crucero piramidal y fractura concoidea. Los ácidos clorhídrico y nítrico lo descomponen con separación de ácido tungstico amarillo, y si a la disolución clorhídrica se le añade un poco de estaño y se calienta aparece una intensa coloración azul de añil.

Se presenta también la scheelita en trozos irregulares, a veces tam-

bién de gran tamaño, formando parte del relleno del criadero. Su color no siempre es como el del ejemplar citado, amarillo de miel, sino que la hay también blanco traslúcido u opaco, hasta tal punto que llega a veces a confundirse con la dolomía, de la cual, sin embargo, se diferencia en seguida por su gran densidad.

Acompañando a la scheelita han aparecido también minerales de bismuto, como bismuto nativo, bismutita (hidrocarbonato de bismuto), oruetita (sulfotelururo de bismuto) y rubiesita (fulfo-antimoniuro de bismuto).

El bismuto nativo aparece en forma de cristales de color bronceado del sistema romboédrico, una dureza de 2,5 y una densidad de 9,5; funde con facilidad.

También se presenta el bismuto a veces bajo la forma de glóbulos que indican que el mineral ha sido fundido posteriormente.

La *bismutita* aparece en trozos irregulares arriñonados, nunca cristalizados, y es de color gris oscuro acerado mate, recubierto siempre por una costra amarillenta algo rojiza debida a la alteración por hidratación. Su densidad es de 6,2; su dureza 4 y su riqueza, expresada en óxido bismútico, es de 94 por ciento.

Esta bismutita ha aparecido tan sólo en los atadores o tubos (pipes de los ingleses), que después describiremos, pero nunca entre la ganga del criadero normal.

Los trozos mayores encontrados tienen el tamaño de un puño y se destacan en seguida por su densidad y el color amarillo ya citado.

La *Oruelita*, cuyo descubrimiento se debe a D. Domingo de Orueta y Duarte, fué citada por vez primera por D. Santiago Piña de Rubies en una nota de la Sociedad Española de Física y Química en el mes de febrero del año 1919, quien la bautizó con este nombre en memoria de su descubridor.

La fórmula es Bi_2TeS_4 y su análisis el siguiente:

Bi	86,78 %
Te	6,35 >
S	6,84 >

La oruetita cristaliza en el sistema romboédrico y tiene un crucero fácil paralelo a la cara a , que la hace adquirir una textura muy marcadamente laminar, micácea, que produce al menor esfuerzo laminillas delgadas muy brillantes, maleables y elásticas.

Otro crucero paralelo a la cara p , pero menos fácil que el anterior, forma con éste un ángulo de 105°.

Su color es gris parecido al de la galena, su densidad 7,6 y su dureza cerca de 2; pinta el papel de un color gris plomo claro, se reduce a polvo con bastante facilidad y las pequeñas partículas que así se obtienen conservan siempre la textura laminar.

Al soplete sobre el carbón con llama oxidante la oruetita se volati-

liza, dejando una aureola blanco-amarillenta y desprendiéndose humos blancos con olor sulfuroso; con la llama reductora el color de esta aureola es francamente amarillo y la llama se vuelve verdosa en contacto con los humos.

En tubo abierto, al calentar el polvo de oruetita se desprenden humos sulfurosos y se forma un anillo de ácido telúrico próximo al polvo calentado.

El mineral es soluble en ácido nítrico hirviendo con residuo blanco-amarillento de azufre.

Rubiesita.—Además de la oruetita que acabamos de describir, aunque con menos frecuencia que ésta aparece en el criadero otra especie rara de bismuto, descubierta por el Sr. Piña de Rubíes y denominada por esto rubiesita, en la cual el antimonio y el selenio entran a formar también parte de la composición.

Su fórmula es la siguiente: $8 Bi_2 S_3 \cdot Sb_2 S_3 \cdot Bi_2 (Te Se)_3$, y su composición la que a continuación se expone:

Pb	0,82 %
Cu	indicios
Sn	0,09 %
Bi	73,38 >
Sb	4,50 >
As	indicios
S	17,08 %
(Se Te)	4,98 >

Este mineral tiene 2 de dureza y 6,8 de densidad; es de color gris y tiene una textura fibrosa, no exfoliándose con la facilidad de la oruetita, a la que acompaña en el criadero.

Por último, es frecuente encontrar también en este criadero, y como minerales accesorios, la pirita y el mispiquel.

Los minerales que acabamos de citar se presentan en el criadero en dos formas bien distintas: la primera relleno de unos depósitos cilíndricos de forma tubular que en el país denominan «atanores», y la segunda formando parte del relleno de pequeñas bolsadas alargadas, próximas al contacto de las peridotitas con las dolomías.

En el primer caso, en el de los «atanores», el relleno de éstos está formado por una arena suelta de dolomía y espato calizo, constituida por pequeños cristales de ambas especies con formas cristalinas perfectas y aristas vivas.

Mezclados con esta arena aparecen los cristales de scheelita perfectamente conservados y los trozos de bismutita que hemos descrito. El bismuto de estos «atanores» no se presenta mas que bajo la forma de hidrocarbonato y nunca aparecen en ellos las demás especies que hemos descrito de este mineral.

La forma de estos «atanores» es tubular y de 40 a 60 centímetros de diámetro; su dirección no es completamente continua, sino que



Fot. 8. — Cristal de Scheelita, de la Loma del Lentisco, mina «Conchita». (Tamaño natural.)

hace algunas oscilaciones, pero su dirección general ha sido hasta la fecha más o menos Norte-Sur y su buzamiento al Sur.

Las paredes de estos «atanores» son de dolomía, siendo frecuente encontrar adosados a ellas diminutos cristallitos de calcita. Estos depósitos de forma tubular (pipelike) se asemejan algo a los de molibdenita, wolfram y bismuto de Hodgkinson en Queensland y a los de Kingsgate, pero en éstos los tubos (pipes) arman en roca eruptiva en vez de hacerlo en caliza dolomítica como en nuestro caso.

El relleno de estos tubos, como hemos dicho, lo constituye arena suelta cuya proporción en mineral rico de scheelita y bismuto alcanzaba a veces el 50 %.

Siguiendo una pequeña grieta rellena de arcilla que se encuentra al final de uno de los «atanores», los trabajos han entrado en unos depósitos también de forma más o menos cilíndrica, pero cuyo relleno es compacto y está constituido por caliza y serpentina como ganga, y entre la cual vienen diseminados trozos de scheelita, oruetita y rubiesita, nunca bismutita, y como accesorios la pirita y el mispiquel.

Los trabajos se prosiguen unos 20 metros dentro de este criadero y su dirección sigue siendo la general de toda la formación Norte-Sur con ligero buzamiento general al Sur y una inclinación de la metalización al Oeste.

La comunicación más o menos velada de los «atanores» con el criadero, hace suponer que aquéllos sean de formación secundaria formados por agentes hidrotermales acompañados de ácido carbónico que se cargaron de elementos mineralizadores al atravesar el criadero primario y que al penetrar en los huecos de las calizas dolomíticas cavernosas, cuya forma primitiva ha podido quizás ser modificada por su ataque, han dado lugar a las hermosas cristalizaciones de scheelita y a la formación de los trozos de bismutita.

Aluviones platiníferos del río Guadaiza.— El descubrimiento de platino en la Serranía de Ronda, verificado por el Sr. Orueta y Duarte, fué uno de los resultados del minucioso estudio petrográfico que realizó de esta región, en el cual quedó perfectamente demostrado que la enorme masa hipogénica que constituye gran parte de esta Serranía pertenecía al grupo de las peridotitas en sus diversas especies de dunitas, harzburgitas, noritas, lertzolitas y gabros y en un todo semejantes a las que de la misma especie dan lugar a aluviones platiníferos en la región de los Urales.

Esto comprobado, parecía indudable que siendo las peridotitas, sobre todo las que hemos denominado tipos ultrabásicos, las rocas madres de los criaderos platiníferos, el precioso metal debía existir también en la Serranía, donde este grupo peridotítico tiene tan considerable representación. Y, en efecto, así fué; las arenas lavadas en aquellos arroyos que procedían de las inmediaciones de los centros duníticos, una vez analizadas por métodos espectrales dieron las

rayas características del platino, lo cual animó al Sr. Orueta a continuar sus investigaciones con una pequeña sonda de mano que le permitió extraer arenas del fondo de la capa de aluviones en las cuales encontró pepitas de platino que dejaron fuera de duda sus primeras suposiciones.

Del resultado de estas primeras investigaciones dió cuenta el señor Orueta en una conferencia celebrada en el Instituto de Ingenieros Civiles en 30 de octubre de 1915, y poco después el Gobierno suspendió temporalmente el derecho de registro en aquella zona, al mismo tiempo que concedía un crédito para las investigaciones que se habían de emprender por una comisión constituida al efecto, cuyo Jefe era el Sr. Orueta, al cual auxiliaban como Ingenieros los señores D. Miguel Moya y Gastón y D. Enrique Rubio Sandoval.

Pasamos por alto los detalles generales de organización y preparación de esta misión, que ya han sido expuestos por el Sr. Orueta en su folleto titulado «Informe sobre el reconocimiento de la Serranía», y sólo diremos que pocos meses después, en enero de 1916, daban comienzo estas investigaciones que consistieron en sondeos verificados con sondas Keystone transportables; que verificaron múltiples sondeos de 160 milímetros de diámetro en los aluviones, atravesando éstos hasta llegar a su fondo y efectuar en éste todavía como medio metro más para cerciorarse de su composición.

Las arenas producidas por estos sondeos eran reunidas de metro en metro transportadas al lavadero, donde se cubicaban y trataban por medio de los aparatos siguientes:

- 1.º Una artesa lavadora o sluice capaz para tratar unos 1.200 kilogramos por día, donde éstos sufrían un primer desbaste.
- 2.º Un rocker oscilante, capaz de tratar 100 a 200 kilogramos.
- 3.º Bateas de madera de concentración a mano, de 40 centímetros de diámetro y seis de profundidad.

Las arenas concentradas por este tratamiento eran examinadas al microscopio biocular, donde con pinzas de cobre (las de acero no sirven por la gran cantidad de magnetita existente en las arenas) se extraían las pepitas para ser pesadas en una balanza y deducir la proporción y riqueza de las arenas examinadas por metro cúbico.

Esta última operación, si bien ofrece menor exactitud que el análisis químico de la muestra, tenía las ventajas de su rapidez y de que sus resultados, aunque pudieran pecar por defecto, eran más industriales que los del análisis, en el cual se podían apreciar cantidades de platino no recuperables después por métodos simples de lavado industrial.

Por otra parte, además de las pepitas de platino claras y visibles existen otras más o menos enmascaradas y recubiertas de cromita, que los lavadores denominan «perdigones», que a veces han podido ser confundidas al microscopio, siendo el resultado de todo esto que las leyes que se citan son leyes industriales en platino fácilmente re-

cuperable y que de pecar de algo pecan por defecto y son leyes un poco inferiores a la realidad.

Los sondeos se verificaron por series perpendiculares al curso del río, separados entre sí de 20 a 40 metros.

Por este procedimiento se han sondeado los ríos Guadaiza y Guadalmina que figuran en la Hoja y en el adjunto cuadro, así como en el plano que se acompaña quedan expuestos los resultados obtenidos en el río Guadaiza, ya que los del Guadalmina fueron prácticamente negativos.

En este plano aparece la parte investigada del río Guadaiza, los cortes transversales a su curso según las diversas series de sondeos, con la profundidad de éstos e indicación de las zonas platiníferas y estériles, la curva de riqueza y, por último, también un diagrama indicativo de los volúmenes estériles, volúmenes platiníferos y leyes medias de la zona investigada, de todo lo cual se deduce el siguiente cuadro esquemático:

RIO GUADAIZA.—RESULTADO DE LAS INVESTIGACIONES
PLATINIFERAS

Series	Distancias	Volumen total de aluvión	Volumen de aluvión platinífero	Ley media del aluvión platinífero por m. cúb.	Cantidad de platino en gramos
— 2 a — 1.....	200	230.500	11.220	Trazas	Trazas
— 1 a 0.....	200	300.200	123.500	0,013	1.605
0 a 1.....	245	609.905	318.018	0,032	10.176
1 a 2.....	200	493.900	232.100	0,048	11.140
2 a 3.....	400	966.000	202.000	0,180	36.360
3 a 4.....	400	759.000	53.000	0,150	7.950
4 a 5.....	400	525.000	113.000	0,065	7.395
5 a 5,5.....	200	202.000	82.500	0,135	11.137
5,5 a 6.....	200	172.000	89.500	0,225	13.387
6 a 7.....	400	289.000	87.200	0,230	20.056
7 a 8.....	400	271.000	73.200	0,140	10.248
8 a 8,5.....	200	145.000	36.500	0,055	2.007
8,5 a 9.....	200	124.200	27.500	0,075	2.062
9 a 10.....	200	114.500	27.000	0,060	1.620
TOTALES....	»	5.172.205	1.446.238	»	135.093