

V. ANGELELLI, I. SCHALAMUK Y J. CAGNONI

LA RODOCROSITA DEL YACIMIENTO CUPRIFERO
DE CAPILLITAS, DPTO. ANDALGALA,
PROV. DE CATAMARCA, REPUBLICA ARGENTINA

De la « Revista de la Asociación Geológica Argentina », Tomo XXIX, Nº 1



BIBLIOTECA

BUENOS AIRES
IMPRENTA CONI S.A.C.I.F.I.
684, PERÚ, 684

1974

LA RODOCROSITA DEL YACIMIENTO CUPRIFERO DE CAPILLITAS, DPTO. ANDALGALA, PROV. DE CATAMARCA, REPUBLICA ARGENTINA

POR V. ANGELELLI¹, I. SCHALAMUK² Y J. CAGNONI³

RESUMEN

En este trabajo se señalan las características geológicas del yacimiento cuprífero de Capillitas, presentando especial atención a los sectores portadores de rodocrosita (veta 9 —Carmelitas— y mina "Ortiz"). De ambos se exponen los resultados obtenidos de su estudio estructural y asociación mineral, como así también de la investigación mineralógica (textural y estructural, color, densidad, índice de refracción, rayos X, microdureza, fluorescencia y espectro infrarrojo) y composición química de la rodocrosita y de su variedad ferrocincífera (capillitita). Se da una idea de la posible historia metalogénica de las vetas portadoras de carbonatos y de las condiciones de su depositación. Finalmente, se aportan datos referentes a la producción y destino del carbonato de manganeso.

ABSTRACT

The geological characteristic of the copper ore deposits of Capillita (Argentine) are here given. Special attention is paid to rhodochrosite areas in the veins studied (veins 9-Carmelitas and "Ortiz" mine).

The results obtained from structural and mineral analysis, such as: textural and structural features, color, density, refractive index, X Ray diffractograms, microhardness, fluorescence, infrared spectroscopy as well as the chemical composition of the rhodochrosite and variety ferroan-zincian (Capillitite) is here exposed.

As approach to the possible metalogenic history of the carbonates veins and deposition conditions is also given.

Finally, statistical data about production and use of the rhodochrosite is shown in this work.

INTRODUCCION

La existencia de rodocrosita en Capillitas fue señalada, por vez primera, por Stelzner (1885) quien aludió a la presencia de este carbonato como acompañante de galena y blenda, en asociaciones de capitas, con frecuencia en las mi-

nas "Restauradora", "Esperanza" y "Ortiz" manifestando, además... "pero los mineros le miran con malos ojos por desaparecer con él (espato de manganeso) y con la galena y blenda los minerales de cobre".

A partir de los años de la década del 40, este mineral comienza a llamar su atención desde el punto de vista de su posible aprovechamiento y también de su investigación mineralógica. Así Mansfeld (1943-1947) se refiere a él desde el punto de vista de su utilización como material de ornamentación, a cuyo efec-

¹ Facultad de Ciencias Naturales y Museo La Plata.

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

³ Laboratorio Químico-Escuela Superior Técnica del Ejército.

to lo introduce en el mercado bajo la denominación "Rosa del Inca". Ahlfeld y Angelelli (1948) consideran a la rodocrosita e incluso a la capillitita (rodocrosita ferrocincífera) bajo el aspecto mineralógico, aportando análisis de estos carbonatos y su relación respecto de los otros minerales integrantes de las vetas del distrito de Capillitas. Radice (1949) presenta un amplio estudio acerca de la rodocrosita en cuestión en base a las observaciones practicadas sobre numerosas muestras existentes en el Museo La Plata; considera su textura, estructura, densidad, caracteres ópticos, etc. Finalmente, Galloni (1950) realiza una investigación completa acerca de la capillitita, demostrando que este compuesto es isomorfo de la rodocrosita y Dalla Salda *et al.* (1973) presentan un estudio acerca de las características geológicas de la rodocrosita.

Sobre la geología del área de Capillitas como así también de su yacimiento, existen diversos estudios entre los que se mencionan: Stelzner (*op. cit.*), Kittl (1940), Angelelli y Rayces (1946) y González Bonorino (1950).

Capillitas constituyó, conjuntamente con La Mejicana, los distritos cupríferos que tuvieron mayor trascendencia en el país. Su explotación se remonta a mediados del siglo pasado, época en que ya se contaba para la beneficiación de sus minerales con hornos de fundición en Santa María primero y más tarde en las inmediaciones de Andalgalá. En la primera década de la presente centuria empresas inglesas abrieron nuevas labores, entre otras los socavones Capillitas y Carmelitas, instalando, además, un cablecarril (27 km de largo) y una fundición en Muschaca.

En 1925 se lleva a cabo un intento de aprovechar el cobre soluble contenido en mineral sulfatado, mediante lixiviación del mineral "in situ" y de los desmontes.

A fines de 1937, la Compañía Minera de la Cordillera se interesa, a instancia de Mansfeld, en la explotación de la ro-

docrosita, a cuyo efecto arrienda las minas y procede al desagote y rehabilitación de los trabajos y a la búsqueda de los sectores de vetas portadoras de rodocrosita.

Alrededor de 1942, la Dirección General de Fabricaciones Militares, ante la extrema escasez de cobre en el país, tomó una opción por la compra de las propiedades mineras de Capillitas y de Atajo, las que fueron adquiridas en 1947. Con miras a la explotación del yacimiento y al beneficio de su mineral procede a su estudio minero exhaustivo, secundado por la apertura de nuevas labores y a la instalación de plantas de concentración y tratamiento hidrometalúrgico, sin mayores resultados. Es este organismo militar el que, aparte de producir cobre cemento, viene explotando la rodocrosita desde el año 1951.

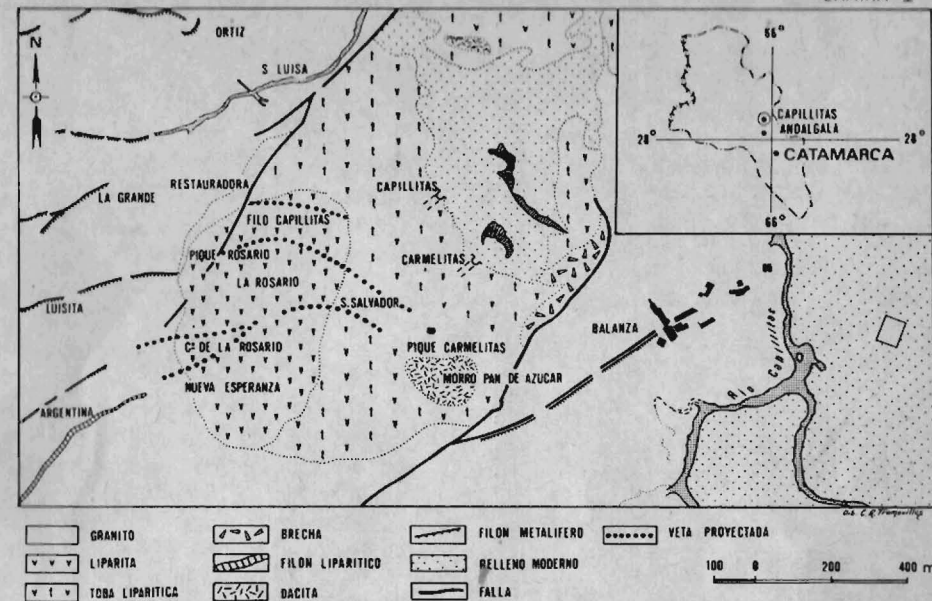
1. GENERALIDADES SOBRE CAPILLITAS

El distrito Capillitas se emplaza 35 km en línea recta al norte de Andalgalá y 56 km por camino de corniza de la citada localidad. A una altura de 3.000 m s.n.m. en la Administración y de 3.350 m en la mina "Ortiz", se halla enclavado en la ladera oriental de la sierra de Capillitas, perteneciente al grupo del Nevado del Aconquija (Sierras Pampeanas), bloque de pendiente suave hacia el NE y abrupta hacia el NW.

Geología del área y yacimiento

Los elementos geológicos que encuadran en el área del yacimiento están representados por rocas ígneas: granito (pegmatita, lamprófiro); riolita, dacita y tobas, estas últimas en particular yaciendo sobre estratos calchaqueños, los que a la vez lo hacen sobre el basamento granítico de la sierra.

El granito, de grano mediano a porfírico, constituye casi enteramente la sierra de Capillitas y representa el subs-



Plano geológico del yacimiento cuprífero de Capillitas, departamento Andalgalá, Catamarca (según Navarro, Re y Bernasconi)

tratam a través del cual irrumpen rocas efusivas. En parte el granito contiene xenolitos de la cubierta cristalina. En esta roca y en las inmediaciones del centro efusivo, se observa la existencia de filones de riolita (liparita), lámina I.

El yacimiento se localiza en una chimenea volcánica ovalada, de unos 1.500 m de largo por 900 m de ancho, compuesta de riolita, tobas y brechas de la misma naturaleza y, además, dacita formando un "neck" (Pan de Azúcar). Importante es la participación de las tobas y brechas, en particular las primeras, líticas y cristalinas, que abarcan un área considerable del centro efusivo. A este vulcanismo correspondiente al Mioceno-Plioceno, se vincula la mineralización de Capillitas como asimismo las de otras zonas de la región portadoras de Cu, Au y Mn.

Las diversas vetas de Capillitas se agrupan en dos sistemas principales: uno de rumbo ENE-WSW (La Grande,

Rosario, Argentina y otras) y el otro, WNW-ESE (Restauradora, Carmelitas, Ortiz y otras), con inclinación preponderante 50-70° y, a veces, más hacia el sur. Están constituidas por cuerpos lenticulares, de variada potencia (50, 70 y 90 cm, en promedio) y desarrollo (100, 400 y hasta 600 m), que han sido reconocidas, mediante labores y sondeos, en profundidades de hasta 300 m (Restauradora I). Las vetas tienen por roca huésped al granito, al material riolítico (riolita, tobas y brechas) y a éste y aquél a la vez.

Su estructura es masiva en los sectores piritosos; bandeada con capas de rodocrosita; drúsica en ciertos sectores de la veta Rosario y en otras y también brechosa en los sitios en que la rodocrosita cementa trozos de material sulfurado.

La mineralización hipogénica está representada por pirita, enargita, tetraedrita, calcopirita, bornita, calcosina ro-

sada, blenda, galena, wurzita y marca-sita y la supergénica por calcosina azul, covellina, malaquita, azurita, linarita, calcantita, cerusita, anglesita, melante-rita, goslarita, limonita, pirolusita, tenorita, cuprita, cobre nativo, etc. en gan-ga de cuarzo, rodocrosita, capillitita, alunita, baritina, caolín.

El proceso de formación del yaci-miento comprende dos períodos princi-pales: el primero, de premetalización, consistente en una sericitización, piriti-zación y silicificación de las rocas enca-jantes (principalmente del material rio-lítico) y el segundo, de metalización, que abarca una fase de depositación de elementos al estado de sulfuros y sulfo-sales (Fe, Cu, Ag, Bi) además de oro libre, en ganga de cuarzo, en condicio-nes de presión y temperatura intermedia y otra de precipitación de carbonatos (Mn, Zn, Fe) precedida de sulfuros (Pb, Zn, Fe), de baja temperatura y presión.

2. RODOCROSITA

La rodocrosita se halla presente en casi todas las vetas de Capillitas, en pro-porciones muy variables, observándose preferentemente en capas o costras de estructura bandeada.

Su consideración en este trabajo se concreta obviamente a los sectores de vetas más ricos en este carbonato que son los que se explotan. En el yacimien-to que nos ocupa se han definido al pre-sente como lugares de interés: veta 9 (Carmelitas, nivel + 30), veta 25 de Mayo (Capillitas, nivel 0) y veta Ortiz. De ellos, en la época en que se visitó Ca-pillitas (octubre de 1972), se trabajaba en la primera y en la última de las citadas. La visita a los sitios de extrac-ción de la veta 25 de Mayo resultó im-ponible debido a que este sector se en-cuentra abandonado desde hace varios años. Es notable por haberse encontra-do en él las conocidas muestras de rodo-crosita de estructura estalactítica.

Veta 9: Este sector se encuentra situa-do a unos 600 m de la boca del socavón Carmelitas, entre las coordenadas + 320 y + 400 y -320 y -280, del releva-miento topográfico-geológico, en escala 1: 400 (Ferro-Navarro), del área de Car-melita.

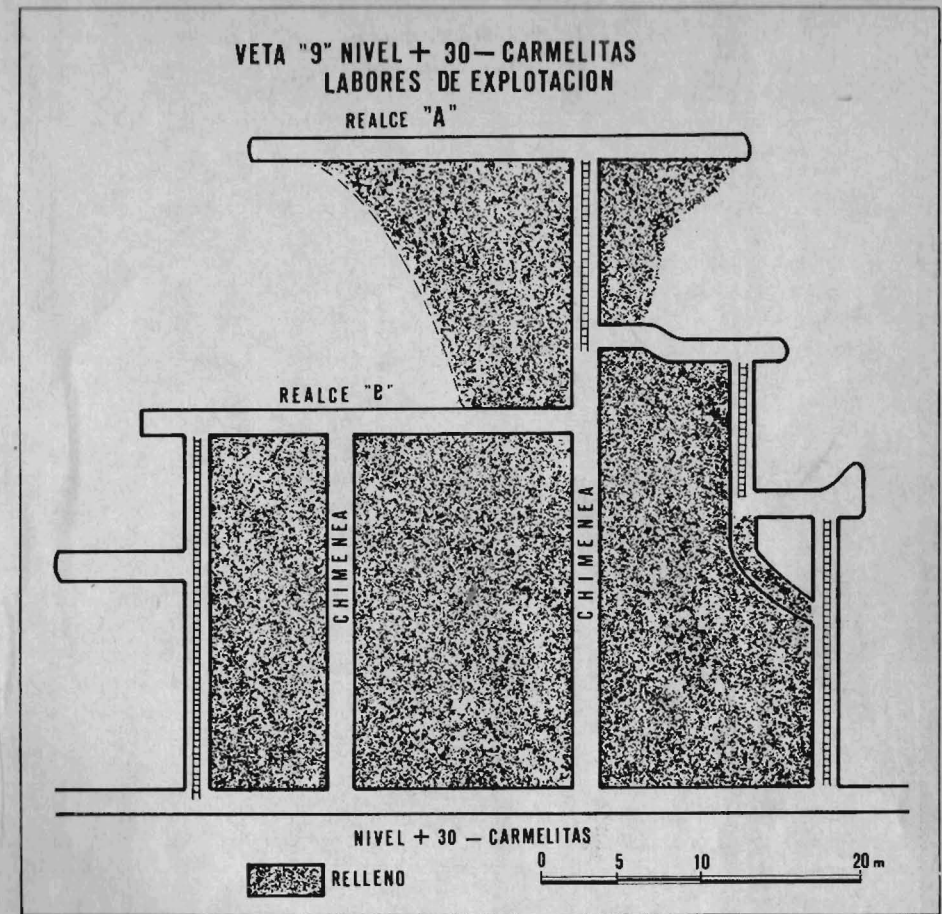
El tramo portador de rodocrosita co-rresponde a un cuerpo de veta, de rum-bo general WNW-ESE y buzamiento 70° SW, reconocido en 200 m de longi-tud; de ellos 100 constituyen la porción más rica en rodocrosita y de los cuales 30 m han sido ya explotados.

Las labores de explotación consisten en dos realces que representan: el fren-te denominado "A", a un nivel + 41 y el "B", a + 26 m (lámina II). El real-ce "A" acusaba un recorrido de 30 m. Los cortes establecidos cada 5 m permi-tieron reconstruir la estructura de la veta que figura en lámina III. Su espesor en dicho tramo oscila entre un mí-nimo de 60 cm y un máximo de 143, con promedio de 96 cm. El realce "B" te-nía un desarrollo de 23 m; la veta, de marcada tendencia lenticular, registra espesores que van de 42 a 187 cm, con promedio de 112 cm (Lámina IV).

La veta se emplaza en una riolita alcalina, con fenocristales de cuarzo, xenomorfos, subredondeados de hasta 1 mm, de bordes corroídos, que presen-tan engolfamientos o islas de la pasta, y de sanidina, en individuos irregulares y de menor tamaño que los de cuarzo.

La pasta denota cierta fluidalidad; es felsítica y está constituida por una fina asociación de cuarzo y feldespato. Se halla bastante piritizada y con una débil alteración en sericita y clorita.

La estructura de la veta es bandeada en su conjunto, con disposición prepon-derantemente simétrica. En la fracción de los carbonatos, se hace presente una estructura brechosa. Las porciones ex-ternas están representadas por guías de sulfuros (pirita, calcopirita, tennantita, blenda, galena) con ganga de cuarzo, en tanto que las internas consisten en



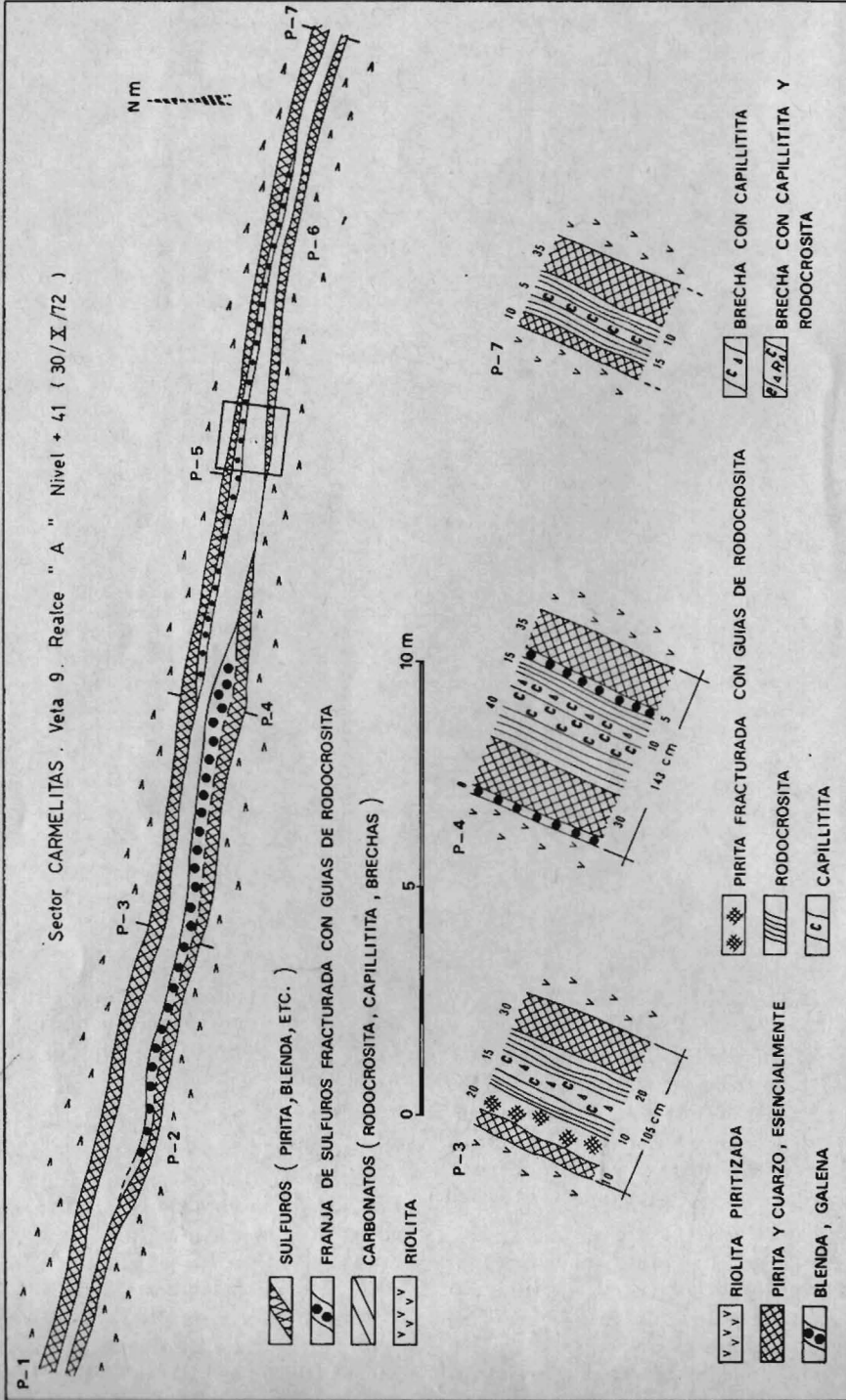
capas o costras de rodocrosita y capi-llitita (lámina III y IV).

El contacto entre las porciones de material con sulfuros y las de rodoco-sita es bien definido; en partes las ma-sas de sulfuros se muestran fracturadas y penetradas de guías y venas del men-cionado carbonato, otorgando al con-junto una estructura brechosa.

Las capas de carbonatos acusan espe-sores variables que oscilan, incluyendo su porción brechosa, entre 22 y 67 cm, con una media de 40 cm, para el realce "A" y de 20 a 100 cm, con igual pro-medio, para el "B". De estos espesores,

las capas o costras de capillitita regis-tran valores de 3-15 cm, en bandas com-pactas y de 9-40 cm, en bandas brecha-das.

Veta 25 de Mayo: En el nivel 0 de Capillitas, el que corresponde al soca-vón del mismo nombre, se halla situa-do el sector de la veta de referencia, el que fue explotado en años anteriores. Esta veta presenta drusas y cavidades, de donde proceden las "estalactitas" de Ca-pillitas. Según comunicación verbal de un capataz del establecimiento, dichas rarezas fueron extraídas de una labor de 6 m de largo por 10 m de alto.



Veta Ortiz: De esta veta perteneciente a la mina homónima, procede la rodocrosita más pura, caracterizada por un color rojo grosella. Su rumbo general es aproximadamente E-W con inclinación 65-75° S; aflora en un recorrido de 150 m y se emplaza al NW del sector de Carmelitas, a una altura de 3.300 m s.n.m.; esto es 300 m por arriba del nivel 0 de Capillitas (lámina I).

Explotada en épocas pasadas, esta propiedad minera es rehabilitada y trabajada por la Dirección General de Fabricaciones Militares, en los años 1944-1946, aprovechando su mineral oxidado para la obtención de cobre cemento.

Mansfeld con anterioridad extrajo rodocrosita, durante algún tiempo, del nivel más bajo de esta mina.

La veta se aloja en un granito calcoalcalino de la siguiente composición modal: cuarzo, 52 %; microclino, 22 %; plagioclasa (oligoclasa cálcica), 6 %; biotita, 7 %; muscovita, 6 %; siendo el resto accesorios. Su textura es granuda hipidiomorfa. Los cristales de microclino, con desmezclas pertíticas, alcanzan un desarrollo de hasta 1 mm. La plagioclasa se presenta en individuos más pequeños (0,5-0,7 mm) con alteración, en parte, en clorita y sericita. La biotita, hipidiomorfa, se halla diseminada irregularmente en la roca y, en parte, asociada a la muscovita. Los minerales accesorios están representados por apatita, zircón, titanita, fluorita y turmalina.

Su mineralización sulfurada no difiere mayormente de la señalada para la veta 9, pero aquí, de los carbonatos, sólo está presente la rodocrosita.

Las cajas de la veta se hallan muy fracturadas y alteradas en material arcilloso (falla).

En octubre de 1972 se operaba en un frente (nivel + 13) de unos 12 m de largo y, además, en la apertura de un pique en el nivel 0. El frente del realce mostraba una veta de una potencia de 90 cm, representada, de su piso al techo,

por: 70 cm de una brecha integrada por trozos de material piritoso-cuarzoso, envueltos por rodocrosita y 20 cm de una guía piritosa-cuarzosa a la que se adosa una delgada vena de blenda y galena y sobre ella capas de rodocrosita.

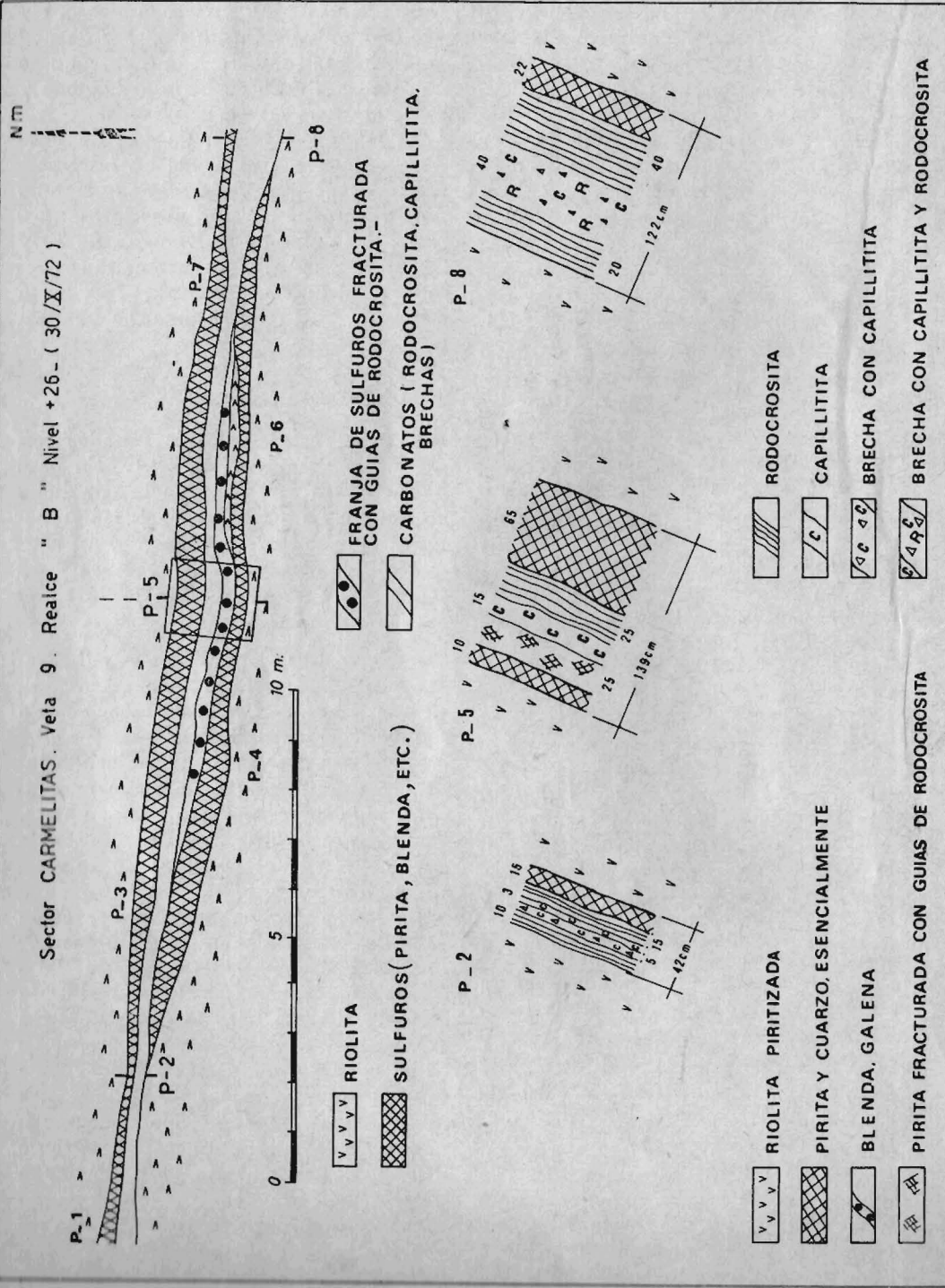
La labor del pique, de 4 m de hondura entonces, emplazada en las inmediaciones de una vieja labor explotada por rodocrosita en años anteriores, muestra dos guías de rodocrosita de 10 y 20 cm de espesor. Este carbonato se presenta en costras o capas de 2, 3, 5 y hasta 10 cm de potencia, carente de bandeamiento.

Textura y estructura

Estos aspectos han sido tratados con detalle por Radice (*op. cit.*). En base a las observaciones efectuadas por dicha autora y a las propias, recogidas del material colectado recientemente, a continuación se considerará la textura y estructura que presentan tanto la rodocrosita como la capillitita.

Rodocrosita: Como cristales euhedrales romboédricos aislados o agrupados, de 3 a 5 mm de largo, de color rosado pálido a blanco ligeramente rosado, este carbonato se presenta tapizando individuos de pirita (piritoedros) en drusas, en la veta Restauradora I y en otras. También se le observa en agregados de romboedros achatados, a modo de rosetas, en drusas.

La forma dominante de presentación es la de costras o capas constituidas por bandas superpuestas (estructura bandeada o crustiforme). El material de la mina "Ortiz" lo hace en capas pero sin bandeamiento visible. Menos frecuente es la de conformar masas compactas, de textura granular fina a mediana y rara la de mostrar, manteniendo la composición granular citada, huecos y caries de disolución. Finalmente, cabe señalar la presentación de este carbonato como cordones dispuestos sobre costras de dicho material o acusando formas cilíndricas en las denominadas "estalactitas".



La rodocrosita de estructura bandeada muestra una textura fibrosa, fina, originada por el crecimiento de individuos romboédricos alargados según el eje c.

Poco frecuente es la existencia de rodocrosita de textura gruesa, consistente en un agregado de individuos de 2-3 mm de ancho por 20 y más de largo —que corresponderían a formas prismáticas— encajado entre capas de rodocrosita bandeada (mina "Ortiz").

Las costras o capas del carbonato en cuestión representan superposición de bandas rosadas de distintas tonalidades, de un espesor aparente que, en las muestras pulidas observadas microscópicamente oscila entre menos de uno a 8-10 mm. Así para espesores de costras de 4, 5 y 6 cm se contaron 18, 20 y 28 bandas, respectivamente. Dichas bandas se encuentran separadas entre sí por capitas de un material blanco a blanco grisáceo, de un espesor por lo general inferior a un milímetro (lámina V, 1 y 2).

En un corte delgado de rodocrosita de 2 cm de ancho observado al microscopio se determinaron 20 capitas con espesores individuales que oscilan entre 0,2 y 3 mm.

La investigación por medio de rayos X del material blanco citado reveló la presencia de un carbonato con líneas correspondientes a baritina. Por ensayos químicos y también por observaciones microscópicas se determinó la existencia de sílice coloidal. Radice (*op. cit.*) al referirse al material blanco manifiesta, acorde con los resultados obtenidos de ensayos microquímicos, que el carbonato aludido contiene Mn, Fe, Ca y Mg, pero que su contenido en manganeso es bajo comparado con el de la rodocrosita.

La disposición de las bandas es comúnmente ondulada o curva, sujeta al relieve de la superficie sobre la cual se depositó la rodocrosita. A veces muestra una disposición mamelomar de las bandas, con casquete de un diámetro de pocos centímetros, hasta 25 y más.

En algunos casos de estructura bandeada mamelonar, el material ofrece un relieve externo saliente, representado por un entramado de cristales romboédricos chatos de 0,5 a 2 mm de ancho, recubierto, a veces por capillitita u otra sustancia. Lo manifestado es particularmente frecuente observarlo en las piezas de rodocrosita de estructura estalactíticas.

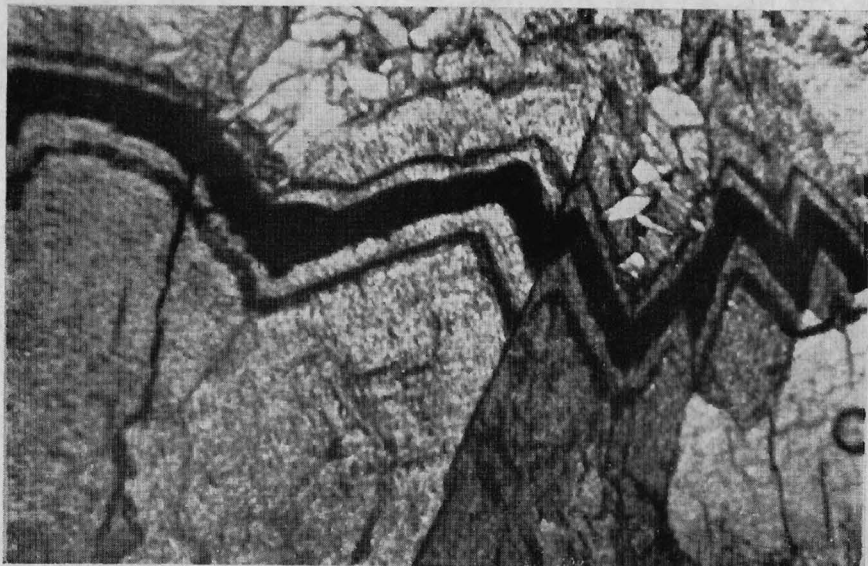
Las capas de material (carbonato) blanco a que nos hemos referido más arriba suele registrar, en su zona de turbidez, sucesiones de granos de pirita y blenda, aislados, con tamaño inferior a 50 micrones.

Las observaciones efectuadas en cortes delgados de muestras de la veta 9 han permitido definir, en general, dos aspectos distintos relacionados con la textura de las bandas de rodocrosita.

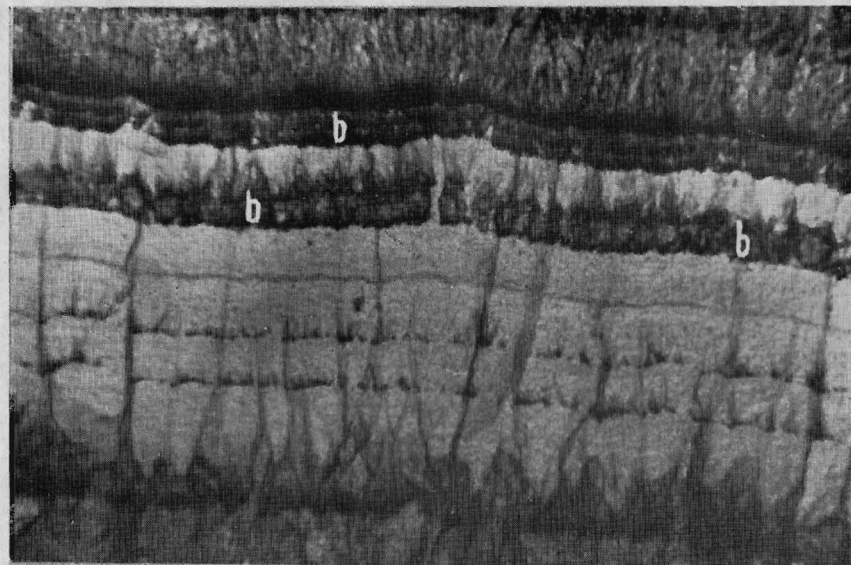
Algunas capas están constituidas por agregados o masas de individuos aciculares en parte divergentes y curvos que muestran curiosamente el típico clivaje romboédrico, originado probablemente por efecto de presiones que afectaron al conjunto de cristales. Debido a la disposición de éstos últimos, se observa a nicoles cruzados una extinción ondulante. Las fibras individualmente no superan los 10 micrones de espesor con longitudes que oscilan entre 0,2 y 2 mm.

Otras bandas están formadas por cristales más gruesos a modo de columnas, cuyo grosor varía entre 0,2 y 1 mm con un desarrollo de 0,5 a 3 mm. Presentan extinción normal y una marcada exfoliación romboédrica. En pequeña proporción suelen distinguirse granos irregulares de rodocrosita entre los cristales columnares.

Las capas de individuos aciculares y columnares no se alternan entre sí; se las observa separadas por finas láminas del material blanco (de 10 a 200 micrones de espesor) que presenta cierta turbidez en luz transmitida y refringencia característica de sustancia silícea a luz reflejada. Se trata de láminas zigzagueantes que concuerdan en general con



1



2

Lám. V. — 1, Microfotografía de parte de una sección de “estalactita”, donde puede observarse capitas (una gruesa y dos delgadas), en zig-zag de material o carbonato blanco (negro en la microfotografía) y rodocrosita en individuos gruesos, de aspecto prismático. Nícoles paralelos $\times 35$. 2, Sección delgada que muestra bandas de rodocrosita, de individuos relativamente gruesos (blancas) y fibrosas (grises). Las capitas negras corresponden a carbonato blanco y las grises (b) formadas por granos subredondeados a blenda. Nícoles paralelos $\times 35$.

la dirección del clivaje romboédrico del carbonato de manganeso. En algunos casos, los cristales columnares que son cruzados por estas láminas siguen en continuidad óptica, como ya lo hiciera notar Radice (*op. cit.*).

Es común observar adosados o próximos a las láminas de material blanco cristalitas de baritina con dimensiones que llegan hasta 0,5 mm de longitud y 150 micrones de ancho.

Tanto los agregados aciculares como los columnares no divergentes, se disponen con su mayor dimensión en forma transversal a la superficie de las bandas, de modo que sus longitudes constituyen el espesor de las mismas.

Al microscopio de polarización, la rodocrosita de la mina “Ortiz” acusa características similares a las señaladas para las del material de veta 9, a excepción de su estructura que no es bandeada, careciendo en consecuencia de las capitas de material blanco. Los individuos de rodocrosita se presentan en capas predominantemente columnares. En todos los casos, los cristales son más gruesos y más largos. También aquí se comprueba particularmente, en las capas de textura columnar, la existencia de líneas cortas del clivaje de la rodocrosita.

Es precisamente la mencionada textura fibrosa fina y la estructura bandeada que posee la rodocrosita de Capillitas lo que favorece el labrado que se realiza con este mineral. Esta propiedad se ve favorecida por la intensidad de su hermoso color rosado y tonalidades, como asimismo por la presencia de las finas capitas de material blanco alternantes, lo que en conjunto hace que dicho carbonato constituya una “piedra” muy decorativa, de moda, desde hace algún tiempo, en todos los mercados del mundo.

La rodocrosita de textura fibro-radial concéntrica se presenta como cuerpos alargados rectilíneos o curvos, de una longitud de hasta unos 30 cm y de un diámetro de 2, 4, 8 cm y más (fig. 1).

Constituyen individuos aislados o bien asociados. Un mismo cuerpo puede estar formado por varios individuos o centro de crecimiento de un grosor de 1-2 cm. Las formas que adopta son curiosas; en disposición paralela, divergente y también rameada. A veces es dable observar crecimientos de individuos dispuestos perpendicularmente (Lámina VI, 1 y 2).

Aparte de este tipo de presentación suele encontrarse muestras donde una serie de individuos paralelos, de menos de 1 cm de diámetro por 5-6 y hasta 15 cm de largo, se apoyan sobre capas de rodocrosita de estructura bandeada.

Acerca de la posición de estas “estalactitas” no se tiene información precisa. Interrogado el personal que dice haber trabajado en el sector de la veta 25 de Mayo, lugar de procedencia preferido de este tipo de carbonato, manifestó que, en gran parte, se las encontró desprendidas y rodeadas de un material “arcilloso” (?) y manchadas a veces, por hidróxidos de hierro.

Macrocópicamente, los cristales de rodocrosita que integran estos cuerpos curiosos parten radialmente de un punto central, a menudo hueco (canaliculo), y en anillos concéntricos de contornos festoneados, de una coloración que no difiere de la que ofrece la rodocrosita bandeada considerada anteriormente: concluyen en su capa más externa, por lo general, en un relieve saliente de cristales achatados, límpidos, a veces con cristales tabulares de baritina de 3 a 5 mm, o bien recubiertos de una capita de pirita y/o capillita.

En todos los casos, los cuerpos estalactíticos mantienen uniformidad en cuanto a su espesor y terminan en un casquete esférico.

Una idea más precisa acerca de la constitución de las “estalactitas” nos proporciona el estudio microscópico de un corte delgado de una sección de 3 cm de diámetro, en la que se definieron ocho anillos concéntricos, separados entre sí por el material blanco dispuesto en

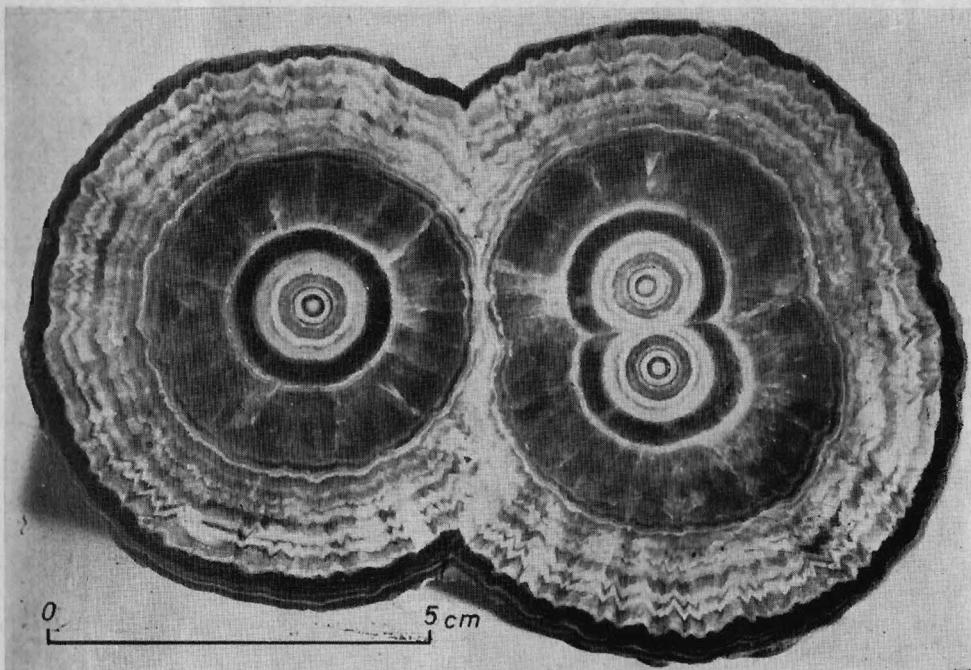


Fig. 1. — Fotografía de un cuerpo de «estalactita» originado a partir de tres centros de crecimiento. Se observa una estructura radioconcentrica de bandas festoneadas grises y oscuras de rodocrosita que alternan con otras claras de carbonato blanco. Su capita externa, negra, consiste en capillita portadora de pirita esencialmente.

forma zigzagueante sobre caras terminales de cristales de rodocrosita. El centro de la «estalactita» está representado por un canalículo de 60 micrones de diámetro; envuelve al mismo un anillo de rodocrosita de 1 mm compuesto por cristales divergentes de 400 micrones de ancho, de iguales característica; luego siguen otras capas similares y una de agregados drusiformes con cristales romboédricos. Este conjunto, de un espesor de aproximadamente 10 mm, se halla tapizado de una lámina de 1 mm de pirita. Sobre ésta se presentan bandas menores (400 micrones) constituidas por capillita de textura fibrosa que alternan con otras portadoras de granos de sulfuro de hierro, para concluir con una capa de agregados de individuos más gruesos del citado carbonato.

La existencia de rodocrosita en masas de textura granuda no fue observada en

los frentes de realces estudiados. Se la encontró en el material de los «stocks» existentes en el depósito del Establecimiento. Se notaron dos tipos: uno de grano fino (1 mm) que corresponde a un material denso, provisto de canalículos, huecos y caries de disolución, de un diámetro de algunos milímetros hasta 2, 3 y más cm y otro de grano más grueso (1-2 m) compacto y poroso en partes por disolución.

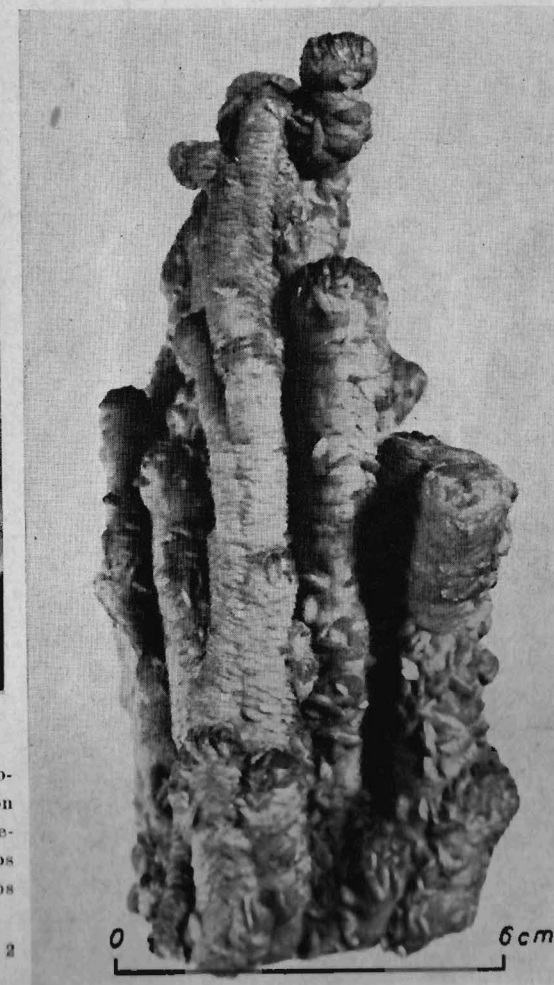
Al microscopio, este tipo de material demuestra estar constituido por una asociación de granos irregulares con participación de individuos de aspecto plumoso; el conjunto ofrece una textura de mosaico con espacios huecos (poros), en cuyos contornos la rodocrosita acusa turbidez motivada por una silicificación a modo de dendritas. El tamaño de los granos varía entre 200 y 500 micrones para el material de grano



2. Conjunto de «estalactitas» de rodocrosita, constituido por una agrupación de doce individuos. Capa externa integrada por asociación de romboedros achatados de rodocrosita y escasos cristales tabulares de baritina.

1

1. «Estalactitas» incluidas en un material de grano fino, coloración pardo amarillenta (variedad de rodocrosita ferrocineífera).



fino. En las vecindades de los poros suelen presentarse cristalitas de baritina. Se supone que este tipo de rodocrosita procede de la veta 25 de Mayo.

Capillitita: Su única forma de presentación es la de costras dispuestas sobre otras de rodocrosita. Por lo general, de 3 a 5 cm de espesor, dichas costras están constituidas por capas o bandas de 0,5 a 8 mm de grosor aparente, separadas por otras de material blanco, similar al que se presenta entre las bandas de rodocrosita. En una costra de 2,5 cm se contaron a ojo desnudo 9 bandas y en otra de igual espesor, 13. Como la rodocrosita, esta variedad adquiere formas mamelonares. Entre sus capas se registra, a veces, la existencia de piritita y también de un material carbonatado algo silíceo, a menudo piritoso, de una coloración gris verdosa.

En una muestra de brecha, pulida, se comprobó la presencia de blenda, como dendritas crecidas dentro de capillitita, en la zona de contacto de ésta con rodocrosita.

Al microscopio la capillitita ofrece una textura muy semejante a la de la rodocrosita. Algunas bandas están constituidas por agregados o masas de cristales aciculares divergentes y curvos que individualmente no superan los 10 micrones de ancho; otras capas están formadas por granos irregulares y cristales columnares de 0,2 a 0,6 mm de espesor y de 0,5 a 1,5 mm de largo. Ambas muestran extinción ondulante y el típico clivaje romboédrico. Entre las citadas bandas suele presentarse globulitos de blenda dispuestos a modo de guirnalda y de rosario, alrededor de 10 micrones.

Propiedades físicas

En este apartado se ha de considerar el color, densidad, índices de refracción, espaciado, microdureza, fluorescencia y espectro infrarrojo de la rodocrosita y también de la capillitita con fines comparativos.

Color: La rodocrosita, de brillo vítreo, graso y hasta perlado, acusa un color de fondo rosado con distintas tonalidades, un tanto difícil de definir. Dicho color está supeditado a su composición química. En efecto, a mayor porcentaje de elementos que constituyan al manganeso, más clara resulta la coloración de la rodocrosita.

En una misma muestra de estructura bandeada es dable observar variaciones, a veces, apreciables de coloración con pasajes graduales, como efecto de conjunto debido en gran parte a las intercalaciones de las capitas de carbonato blanco.

Con el objeto de establecer, en lo posible, los colores de las muestras sobre las cuales se efectuaron análisis químicos, densidad, índices de refracción, etc. se recurrió, como lo hiciera la Dra. Radice (1949), a la utilización de la escala de colores de las tablas de Ostwald, publicada por Unesma y que nos fuera proporcionada por la misma, llegándose a determinar tentativamente las siguientes escalas:

Muestra	8 gc	corresponde a un
1	8 gc	corresponde a un rosado carne pálido (veta 9)
»	2 8 ic	rosa pálido con tinte violáceo (« Ortiz »)
»	3 8 ic(a)	ídem (« Ortiz »)
»	4 8 ec	rosa blanquecino (veta 25 de Mayo)

Una rodocrosita, de grano fino, cuya formación es posterior a la del carbonato de manganeso de textura fibrosa, registra colores claros desde un rosado muy pálido hasta amarillento a pardusco.

Para la capillitita se estableció la escala 5 ng, que corresponde a un color amarillo ligeramente marrón.

Tanto la rodocrosita como la capillitita son traslúcidos en láminas delgadas.

Densidad: Los valores promedios de cuatro determinaciones sobre otras tantas muestras de rodocrosita, utilizando el pienómetro, son:

8 gc.....	3,664 g/cm ³
8 ic.....	3,668 »
8 ic(a).....	3,672 »
8 ec.....	3,723 »

La densidad indicada por Deer, *et al* (1962) es D = (3,20)-3,70-(4,05). El valor medio corresponde al carbonato puro (Dana's System of Mineralogy y Wayland, 1942).

La densidad de la capillitita observada por Galloni (1950) es de 3,762 y la de las muestras estudiadas por nosotros (5 ng) de 3,774 g/cm³.

Índices de refracción: Los índices determinados con luz de sodio son:

	n	n _c
8 gc.....	1,802	1,591
8 ic.....	1,804	1,593
8 ic(a).....	1,805	1,594
8 ec.....	1,788	1,587

Los índices señalados por Deer *et al* son: n_ω = (1,750)-1,816-(1,850) y n_c = (1,540)-(1,597)-(1,617).

Difractometría: Los espaciados recticulares obtenidos de las muestras de rodocrosita y capillitita son muy semejantes a los de una rodocrosita sintética que figuran en la ficha 7-628 del ASTM, como surge del cuadro I, donde se indican los cinco primeros espaciados correspondientes a otros tantas muestras: tres de rodocrosita, una del carbonato blanco y una de capillitita.

CUADRO I

ASTM d (A°)	8 gc d (A°)	6 ic d (A°)	8 ic (a) d (A°)	Carbonato blanco d (A°)	5 ng d (A°)
3,660	3,668	3,659	3,650	3,670	3,647
2,840	2,850	2,845	2,845	2,853	2,832
2,390	2,390	2,390	2,390	2,390	2,380
2,172	2,178	2,178	2,178	2,178	2,160
2,000	2,004	2,007	2,004	2,004	1,988

Los espaciados de la capillitita difiere ligeramente de los de la rodocrosita, como ya lo manifiesta Galloni (*op cit*).

Las determinaciones se efectuaron utilizando el equipo Philips del LEMIT, operándose con cátodo de hierro y ánodo de manganeso.

Microdureza: Con el objetivo de establecer posibles variaciones de dureza acorde con la composición de los carbonatos en estudio, recurriendo al microdurómetro LEITZ del Servicio Nacional Minero-Geológico, se determina-

ron los siguientes valores, expresados en escala Vickers para carga de 50 gramos:

8 gc.....	284
8 ic (a).....	263
8 ec.....	281
5 ng.....	289 (capillititas)

Dichas cifras equivaldrían aproximadamente a 4 1/2 de la escala de Mohs. Tanto la rodocrosita como su variedad ferrocínifera adquieren un buen pulimento.

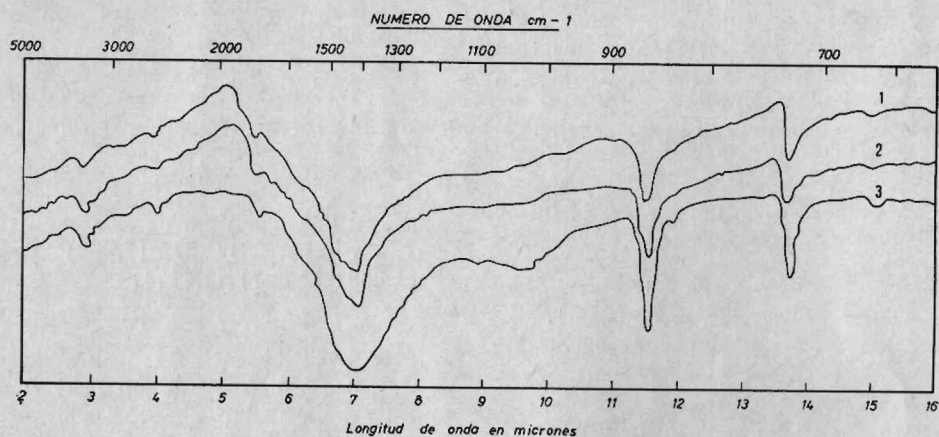


Fig. 2. — Espectro infrarrojo. 1, rodocrosita (mina « Ortiz »); 2, capillitita (veta 9) y 3, carbonato blanco (veta 9)

Fluorescencia: A la luz ultravioleta de onda corta, la rodocrosita muestra una débil fluorescencia rojo violácea y a la onda larga, negra ligeramente violácea. La capillitita no reacciona a dicha luz, pero algunas de sus capas blancas otorgan una fluorescencia débil anaranjada, pero intensa en el caso de las dendritas de blenda mencionada en pág. 118.

Espectroscopía infrarroja: Los espectros infrarrojos de la rodocrosita y capillitita son prácticamente similares (ver fig. 2). El correspondiente al carbonato blanco difiere ligeramente de los anteriores al mostrar un achataamiento del pico comprendido entre las bandas 2500 a 1400 cm^{-1} y una inflexión entre 1000 y 1100, lo que obedecería probablemente a impurezas (sulfuros y sílice).

Los registros obtenidos muestran escasas diferencias con el de la rodocrosita de Alma, Colorado, EE. UU., indicado en las tablas de Moenke. Comparando los valores correspondientes de la rodocrosita de la mina «Ortiz» con los que figuran en la tabla 3.8 de Moenke, se observa una concordancia en las principales bandas, como se indica a continuación:

Alma, Colorado, EE. UU. Moenke	Mina « Ortiz » Capillitas
727 cm^{-1}	725 cm^{-1}
966 »	865 »
1435 »	1410 »
1800 »	1795 »

Los espectrogramas se obtuvieron utilizando el equipo Beckman I-R-5 de la CNEA, operándose con pastilla de BrK, concentración 1/200.

Composición química

En el cuadro II se indican las evaluaciones obtenidas en el análisis de los elementos mayores constitutivos de los carbonatos investigados. El material seleccionado para tal fin corresponde a bandas de rodocrosita y capillitita, exentas aparentemente de capas de carbonato blanco.

Dichos valores demuestran, como los registrados en determinaciones anteriores, que el Mn^{+2} (0,80 A) es reemplazado en todos los casos en mayor o menor proporción, por Fe^{+2} , Ca y Mg e incluso por Zn en elevados contenidos en la capillitita, de radios iónicos 0,74, 0,99, 0,66 y 0,74 A° , respectivamente.

CUADRO II
Análisis de elementos mayores en %

	Muestra						
	8 - ge	8 - lc	8 - lc (a)	8 - ec	5 - mg	1	2
SiO_2	0,16	0,13	0,10	0,13	0,10	0,09	0,40
MnO	57,10	54,90	55,81	52,20	30,81	57,26	53,12
ZnO	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	16,50	<0,01	3,30
FeO	1,64	2,06	1,71	0,97	10,53	0,77	2,32
CaO	2,68	3,20	2,86	7,20	3,28	3,00	2,51
MgO	0,56	1,05	0,87	1,02	0,88	0,52	0,76
CO_2	37,99	38,34	38,41	38,49	37,85	38,41	37,57
S.....	0,02	0,01	0,02	0,07	0,03	0,04	0,04
	100,16	99,70	99,79	100,10	100,08	100,10	100,02
CO_3Mn	93,50	88,94	90,41	84,56	49,90	92,75	86,05
CO_3Fe	2,63	3,31	2,75	1,46	17,05	1,24	3,80
CO_3Zn	—	—	—	0,03	25,41	—	5,08
CO_3Ca	4,58	5,69	5,09	12,81	5,81	5,34	4,46
CO_3Mg	1,17	2,19	1,81	2,13	1,84	1,09	1,58
	99,88	100,13	100,06	99,99	99,61	100,42	99,97

1. Rodocrosita, porosa, grano grueso, rosado amarillento.
2. Rodocrosita grano fino, coloración rosado pálido. Composición teórica de la rodocrosita: MnO , 61, 71 y CO_2 , 38,29 %.

CUADRO III
Análisis espectrográfico semicuantitativo de elementos menores, en ppm

	Muestras				
	8 - ge	8 - lc	8 - lc (a)	8 - ec	5 - ng
Zn.....	<1000	<1000	<1000	~300	—
Pb.....	< 30	< 30	< 30	<100	300-1000
Cu.....	< 30	< 100	< 30	<100	< 30
Ge.....	< 300	< 300	< 300	100-300	100-300
Sn.....	ND	1000-3000	ND	3000	1000-3000
Al.....	100-300	3000	100-300	3000	1000-3000
P.....	ND	300-10.000	ND	3000	<3000

Co presente en todas las muestras pero <300 ppm; Ag, entre 30-100; Bi, <30 y Cd, <100.

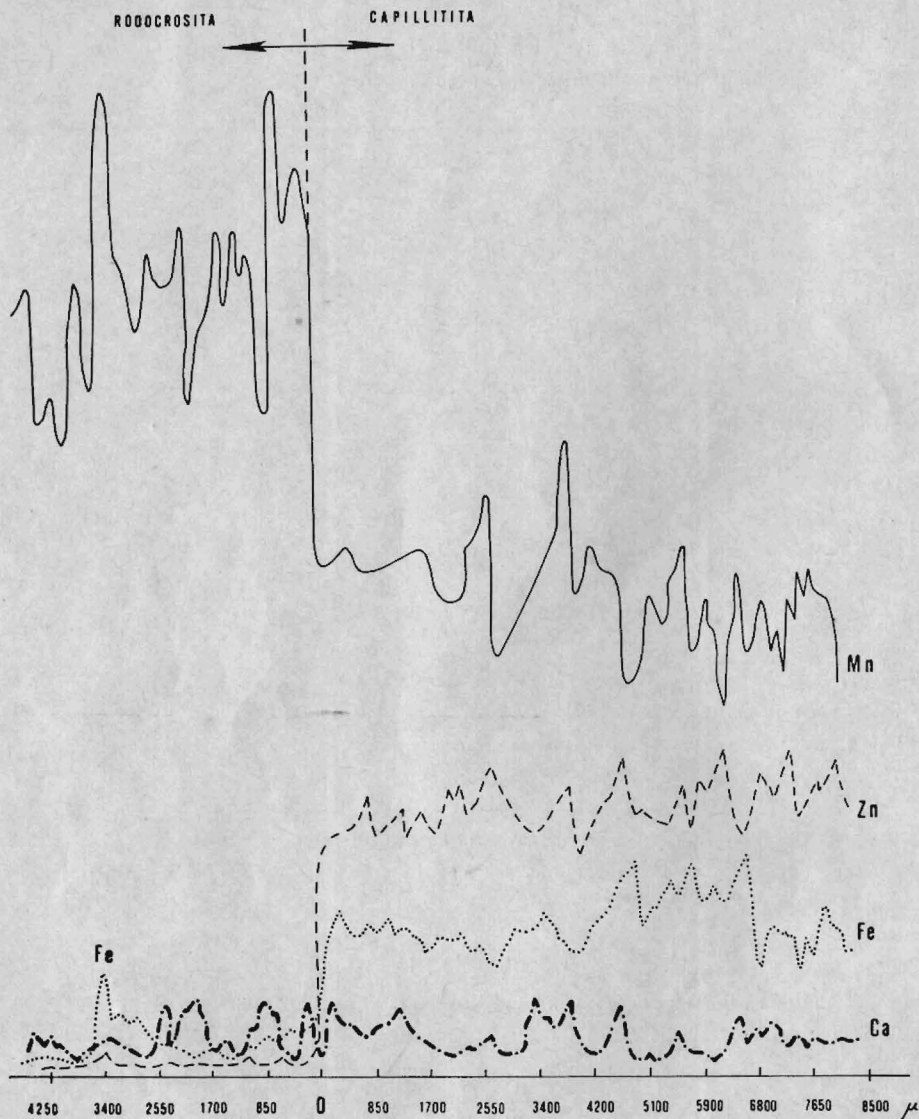


Fig. 3. — Gráfico de un «barrido» lineal de microsonda

En las rodocrositas de mayor contenido en MnO, la relación entre éste y la suma de Ca O y MgO, es aproximadamente 14-18:1.

La sílice, como coloide, y el azufre, como sulfuros (pirita y blenda, ambos en muy pequeñas cantidades) están incluidos principalmente en las capas de carbonato blanco.

En el laboratorio de la microsonda C.A.M.E.C.A. de la Gerencia de Tecnología, Comisión Nacional de Energía Atómica, a nuestra solicitud, se realizó un "barrido" a través de una probeta constituida por rodocrosita y capillitita, cuya representación gráfica se indica en fig. 3, donde se señala los impulsos relativos correspondientes a los elementos

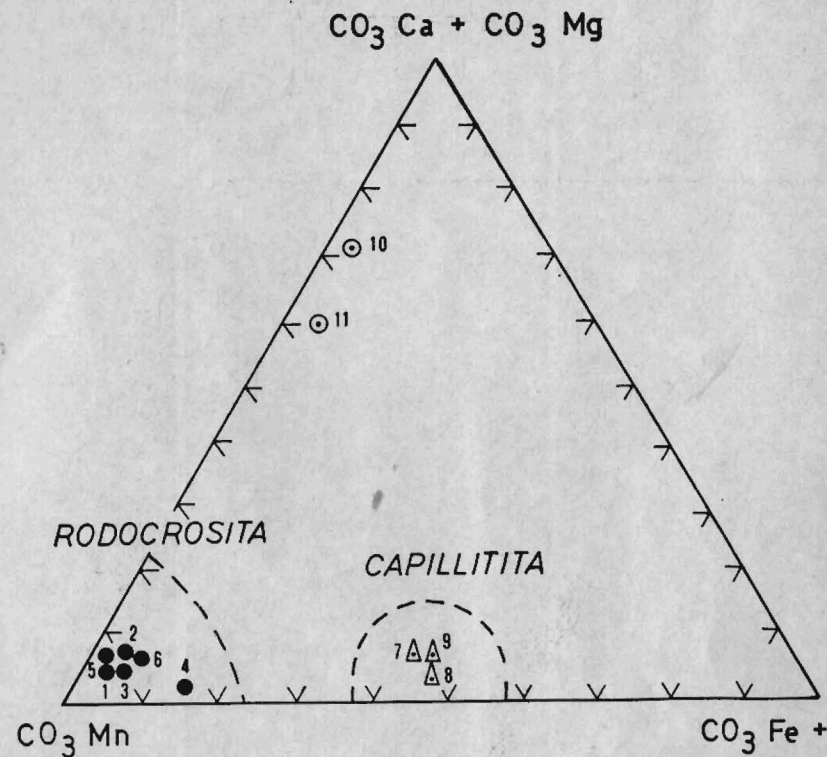


Fig. 4. — Triángulo composicional: 1, 8 ge; 2, 8 ic; 3, 8 ic (a); 4, 8 ec; 5, 1; 6, 2; 7, 5 ng; 8, Galloni, 1950; 9, Ahlfed y Angelelli, 1949; 10, manganocalcita (Japón-Deer *et al*, 1962) y 11, kutnahorita manganífera (Farellón Negro, Llabias, 1964).

considerados. Sus trazos ponen de manifiesto la continua variación de los contenidos en Mn, Fe, Ca, y Zn de las distintas bandas de rodocrosita y capillititas de la muestra considerada.

En fig. 4 se definen las áreas correspondientes a la rodocrosita y su variedad ferrocincífera, acorde con la participación de los distintos carbonatos que los integran. A título ilustrativo se incluye una manganocalcita, de Japón y la kutnahorita magnesiana de Farellón Negro.

El cuadro III reúne los elementos menores determinados por el laboratorio de espectrometría de la División Estudios Especiales de la Gerencia de Mate.

rias Primas de la CNEA. La existencia de Pb se justificaría como galena; el Cu como calcopirita; el Ge posiblemente sustituyendo al manganeso; el Sn, como una sulfosal; el Al como procedente de un material arcilloso o en vinculación con el P presente y éste último como un fosfato de aluminio con cobre. La vinculación entre el P y el Cu queda demostrada por la correspondencia de imágenes en microfotografías electrónicas registradas en la microsonda de la institución mencionada.

La presencia de germanio en la rodocrosita fue señalada por Radice (1949 a) como así también la del Al, Pb, Bi, Co al investigar espectrográficamente la rodocrosita y el carbonato blanco.

Formación mineral

Sin considerar los procesos que en conjunto intervinieron en la génesis del yacimiento de Capillitas, se esboza dentro del marco del presente trabajo, los episodios que tuvieron lugar en la deposición mineral de las vetas portadoras de rodocrosita.

Acerca de Capillitas no existe una investigación mineralogénica exhaustiva, pero sí estudios y observaciones que permiten encuadrar sus aspectos de orden mineralógico y genéticos en un marco de razonable concepción. La mineralización de sus vetas no es uniforme por lo que se admite que su formación se ajustó a diferentes pulsaciones de fluidos en condiciones variables de temperatura y presión. En efecto, la mineralización del grupo de vetas de la Restauradora, con la participación de enargita, bornita y otros sulfuros, difiere de la que se expondrá para las vetas 9 y Ortíz ambas pertenecientes a un mismo sistema de arrumbamiento general WNW-ESE.

Las consideraciones que más adelante se exponen se apoyan en las observaciones registradas en campaña y en las conclusiones a que se arribó del estudio microscópico de minerales opacos procedente de los lugares de extracción de rodocrosita.

Con anterioridad al período de metalización, las rocas de caja de las vetas sufrieron un proceso de alteración hidrotermal que en el caso de la veta 9 consistió en un piritización y una débil sericitización.

Debido a su avanzado estado de alteración meteórica, no fue posible establecer el grado de transformación que experimentó la roca encajante de la veta Ortíz.

El período de mineralización comprende dos fases principales: la primera relacionada con la deposición de los sulfuros y la segunda con la de los carbonatos. A aquélla pertenece la piritita, calcopirita, galena, blenda y tetraedrita

en ganga de cuarzo, conformando una asociación mineral de textura porosa y de grano fino (en promedio inferior a 400 micrones), dando lugar a la formación de cuerpos laminares, lenticulares, de 10 a 70 cm de espesor.

El cuarzo en el mineral más abundante y se presenta en agregados de cristales pequeños; se observó un cuarzo más joven como individuos dentro de oquedades. Le sigue la piritita en granos subidiomorfos aislados o asociados; calcopirita en cristales anhedrales y también en venillas de una generación posterior; galena en individuos subidiomorfos, mayores en el mineral de la Ortíz que en el de la veta 9; blenda pardo oscura en granos de variadas dimensiones y tetraedrita, en individuos xenomorfos, sustituyendo preferentemente a la calcopirita y blenda.

Transcurrida la fase de precipitación de los sulfuros, se inicia, con la reapertura de las primitivas grietas que alojaron las masas sulfuradas, como consecuencia de movimientos gravitativos, de acomodación de la estructura del área, la correspondiente a la deposición de los carbonatos que comienza con sulfuros observables como guías, visibles por su recorrido en el corte P 4 de lámina III, de un espesor de pocos centímetros en la veta 9, presentes también en el avance principal de la Ortíz, donde envuelve a masas sulfuradas. El material de dichas depositaciones constituye un agregado de grano grueso (> 400 micrones), en el que participan: cuarzo, abundante; calcopirita, galena y wurzita, en el mineral de la Ortíz y cuarzo, abundante marcasita de dos generaciones; piritita y blenda en la veta 9. La marcasita más vieja se le observa como agregados de individuos delgados, de textura fibrosa y la joven como cristales gruesos, bipiramidales.

Prosigue luego la precipitación de los carbonatos que se inicia con la de la rodocrosita y concluye con la de la capillita, y otros materiales afines, fase

en la que no están ausentes, aunque en muy pequeña proporción, los sulfuros.

El carbonato de manganeso lo hace, como ya se señaló al tratar su textura y estructura, a modo de gruesas costras representadas, en el material de veta 9, por bandas superpuestas, de variadas tonalidades, separadas por otras muy delgadas de color blanco a blanco grisáceo, o bien adoptando formas cilíndricas ("estalactitas") en cavidades de la 25 de Mayo particularmente, con idéntica textura. Esta manera de presentación es sin duda el resultado de una precipitación rítmica sujeta a continuos cambios en el pH y composición de las soluciones bicarbonatadas mineralizantes, lo que ha influido además en las condiciones de cristalización de los carbonatos. La situación imperante en la veta Ortíz fue distinta, pues allí, no está presente la estructura bandeada.

Durante el lapso de precipitación del carbonato de manganeso, movimientos que afectan a las vetas fracturan las costras de rodocrosita motivando la formación de brechas, con la presencia de una segunda generación de rodocrosita e incluso de una tercera, como ha podido observarse en determinadas muestras pulidas.

Al término de la deposición del carbonato de manganeso, se registra un cambio notable en la composición de las soluciones carbonatadas, con la incorporación de hierro y zinc, particularmente, lo que da lugar a la formación de la capillita, que se presenta ocupando, por lo general, la parte central de la veta 9. Esta variedad de rodocrosita aparece como costras constituida por bandas, de una misma coloración, separadas por capas blancas parduscas, de composición similar, pero de grano fino.

Como un miembro intermedio entre la capillita de textura fibrosa, más rica en zinc, y la rodocrosita, podría considerarse un carbonato de manganeso ferrocincífero, de grano fino y coloración blanco rosado a blanco rosado amari-

lento, silíceo, que se presenta recubriendo capas de rodocrosita o envolviendo a "estalactitas". Un análisis de material de esta última procedencia reveló: Ins. en H₂CO₃, 2,17 %; MnO, 39,00 %; FeO, 11,72 %; ZnO, 8,83 %; CaO, 0,90 %; MgO, 0,52 % y CO₂ 37,44 %.

Nuevamente movimientos de ajuste provocan fracturamiento del relleno de la veta 9, originando una brecha en la que intervienen trozos de capillita o bien de ésta y rodocrosita cementados por un carbonato de grano muy fino y coloración clara, algo silíceo como asimismo por otro grisáceo verdoso, silíceo y piritoso.

Los fluidos que participaron en la formación de las vetas tuvieron en el episodio de pre-mineralización un pH alcalino a neutro y hasta ligeramente ácido durante la sericitización y piritización de la riolita huesped de la veta 9.

En la fase de deposición de los sulfuros y del cuarzo los fluidos registraron un pH neutro a ácido. Durante la precipitación de los carbonatos imperó un elevado grado de alcalinidad, sujeto a continuas variaciones hacia el rango neutro con la consiguiente deposición del carbonato blanco, con sílice coloidal y sulfuros (pirita y blenda) entre las bandas de rodocrosita y de capillita.

Dado el carácter mineralógico de las vetas 9 y Ortíz, éstas, en lo referente a su origen, corresponderían a condiciones de formación epitermal, con temperatura de formación más elevada en el período de formación de los sulfuros respecto de los carbonatos que podría considerarse probablemente inferior a los 100° C. La textura de los minerales sulfurados induce a pensar en un enfriamiento rápido que correspondería a la poca profundidad en que se originó en sí el yacimiento de Capillitas.

Explotación, producción, destino

La explotación de la rodocrosita se lleva a cabo, como ya se expusiera, mediante un laboreo en realce, con la

natural separación interna del material que puede ser útil. El tamaño de los trozos extraídos con o sin capillita e impurezas (sulfuros, roca de caja) es muy variable; los mayores alcanzan 20-30 kg y, en casos excepcionales, más.

El material elegido es conducido al exterior, al depósito, donde se le somete a una detenida y prolija selección de acuerdo a pureza y tamaño, a saber en: clase 1ra. con hasta 10 % de impurezas; clase 1ra. "A" con hasta 40 % de impurezas y clase 2da. con más de 40 % de impurezas.

En cuanto al tamaño se ha establecido para el mercado interno los siguientes grados: 200-500 g; 500-1.300 g y 1,3-6,0 kg. Para el mercado externo se incluye, además, un grado inferior, el de hasta 200 g.

Por escalla se entiende el material de grado menor, no lapidable.

La producción de rodocrosita por parte de la Dirección General de Fabricaciones Militares, a partir de 1951 hasta 1971 inclusive, según datos proporcionados por la Estadística Minera de la República Argentina, asciende a un total de 1.986 t, discriminando como sigue:

1951	35
1952	—
1953	—
1954	53
1955	40
1956	—
1957	107
1958	116
1959	165
1960	176
1961	172
1962	—
1963	—
1964	—
1965	122
1966	309
1967	209
1968	177
1969	119
1970	163
1971	81

El precio de la rodocrosita por kg varía según calidad y tamaño de los trozos y, además, según se destine al mercado interno o externo. Al respecto la D.G.F.M. tiene establecida las respectivas escalas de precio. Así, para dar un ejemplo, el material clase 1ra., grado 500-1.300 g tiene para el mercado interno un precio (octubre de 1972) de 11 pesos ley y para la exportación, 2,5 dólares por kg.

Muy conocida es la rodocrosita como "piedra" para la confección de objetos artísticos y adorno (piezas de diversas formas, ceniceros, collares, piedras de anillos, aretes, etc.), pero sólo una fracción de la producción se destina a tales fines, esto es la que comprende los trozos más sanos y de mejor calidad. El material de descarte tiene aplicación en el campo industrial, en la fabricación de electrodos para soldaduras eléctricas y en la preparación de alimentos balanceados.

Las exportaciones registradas desde 1951 a 1972, según datos proporcionados por la Estadística Minera de la Nación, totalizan 279,2 t, en cifras redondas, destinadas a diversos países europeos (Alemania, Holanda, Francia, Italia, etc.) y a los EE. UU. de Norteamérica. Los envíos correspondientes al quinquenio 1968-1972 han sido, en toneladas: 1967, 17,3; 1968, 10,0; 1969, 22,5; 1970, 18,2; 1971, 92,7 y 1972, 118,5.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su más sincero agradecimiento a las autoridades de la D.G.F.M. por las facilidades otorgadas en Capillitas y al Dr. J. Schmid de la citada Repartición por habernos facilitado diversas muestras de "estalactitas" a los fines de su estudio: al Dr. C. M. Libanati e Ing. A. Espejo y T. Palacio por su colaboración en los registros de microsonda; a los Lic. D. A. Batistoni y F. Ascuaga por los análisis espectrográficos y al analista

J. Orecchia por la realización de los espectrogramas infrarrojo, todos ellos de la CNEA. Asimismo manifiestan su reconocimiento al Dr. M. Iñíguez Rodríguez por su colaboración en algunos diagramas de rayos X en el LEMIT y, finalmente, a los señores Tremouilles Carlos, padre e hijo, del Museo de Ciencias Naturales de La Plata, por la confección del material gráfico.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Ahlfeld, F. y Angelelli, V., 1948. *Las especies minerales de la República Argentina*. Univ. Nac. Tucumán. Inst. Geol. y Min. Jujuy.
- Angelelli, V. y Rayces, E. C., 1946. *Estudio geológico-minero del distrito cuprífero Capillitas, departamento Andalgalá, Prov. de Catamarca*. D.G.F.M. Buenos Aires.
- Dalla Salda, J.; Fuentes, J. C.; Herrero, M.; Laserre, N. and Viand, J., 1973. *Contribution to the knowledge of the Argentine Rhodochrosite*. Gems and Gemology. Gemological Institute of America. Los Angeles California, EE. UU. de América.
- Deer, W.; Howie, R. and Zussman, D., 1962. *Rocks forming Mineral*. Longmans.
- Galloni, E., 1950. *The crystal structure of ferroan Zincian Rhodochrosite*. Am. Min. 27, pp. 562-570.

- González Bonorino, F., 1950. *Geología y petrología de las Hojas geológicas 12d (Capillitas) y 13 de (Andalgalá)*. Dir. Gral. In. Min. Bol. 70. Buenos Aires.
- Kiul, E., 1940. *Los yacimientos cupríferos de la República Argentina y su explotabilidad*. Rev. Minera, XI, Nº 1-4. Buenos Aires.
- Llambías, E. J., 1964. *Kutnahorita magnesiaca de Alto de la Blenda, Farallón Negro, provincia de Catamarca*. Rev. Asoc. Geol. Arg. XIX, pp. 201-203. Buenos Aires.
- Mansfeld, F., 1943. *En busca de la Rosa del Inca*. Buenos Aires.
- 1947. *Rodonita y rodocrosita*. Rev. Geogr. Americana. XXVII, Nº 170, pp. 225-234. Buenos Aires.
- Palache, C.; Berman, H. and Frondel, C., 1944. *Dana's System Mineralogy*. New York.
- Radice, M. M., 1949. *Contribución al conocimiento mineralógico de la rodocrosita de yacimientos argentinos*. Rev. Museo La Plata, sec. Geol. IV. pp. 247-321. La Plata.
- 1949 a. *Hallazgo de germanio en un mineral de Capillitas (Catamarca)*. Cien. e Inv. nov. pp. 480. Buenos Aires.
- Stelzner, A., 1885. *Contribución a la geología argentina (traducción del alemán)*. Act. Acad. Nac. Ciencias Córdoba. VIII, 1923-1924, p. 168 C.
- Wayland, R. G., 1942. *Composition, specific gravity and refractive indice of rhodochrosite; Rhodochrosite of Butte Montana*. Am. Min., 27, pp. 614-628.

Recibido el 15 de octubre de 1973.

