

LOS YACIMIENTOS DE MANGANESO DE CHUÑAHUASI

(PROVINCIA DE CORDOBA)

Por ENRIQUE C. RAYCES

Las minas « Tres Lomitas » y « Cama Cortada », objeto del presente estudio, pertenecen al distrito manganífero del norte de Córdoba y están ubicadas en la pedanía de Chuña-Huasi, departamento de Sobremonte, provincia de Córdoba. La primera dista 83 km por carretera al sur de la estación Deán Funes o 65 km de la de Candelaria Norte y está unida a la segunda por un camino de 10 km.

Las manifestaciones de manganeso que se extienden desde el extremo sur de la Sierra de Ambargasta, en Santiago del Estero, hasta las estribaciones boreales de las sierras del norte de Córdoba (fig. 1), eran conocidas ya en la época de la Colonia, aunque no en su verdadero carácter. Se atribuye a Luis Brackebush, en base a una publicación que data del año 1893, las primeras noticias concretas sobre los minerales de manganeso de dicha región, pero la explotación de esos minerales tuvo lugar recién en 1914.

Beder (1), en su extenso estudio sobre los yacimientos de minerales de manganeso de esas provincias, enumera e investiga más de una docena entre minas y afloramientos.

Las minas que nos ocupan fueron descubiertas en el año 1916 por su actual propietario, pero hasta 1926 no se hicieron mayores labores, y es así que en la época que estuvo Beder, quien las describe como mina « Los Hoyos » y « Cama Cortada », no encontró casi trabajos.

En la mina « Tres Lomitas » se inició la explotación en 1926, extrayéndose en el transcurso de ese año 160 toneladas de mineral; dicho ritmo de producción se mantiene hasta el año 1932, en que se extrajeron 400 toneladas, para luego incrementarse llegando a 1.008 toneladas en 1942. En 1943, la producción baja a 880 toneladas. Se estima que, desde la iniciación de los trabajos de explotación hasta la fecha, de

dicha mina se han extraído unas 10.000 toneladas de mineral de alto tenor, y que en cancha existen unas 5.000 toneladas de broza y mineral de baja ley.

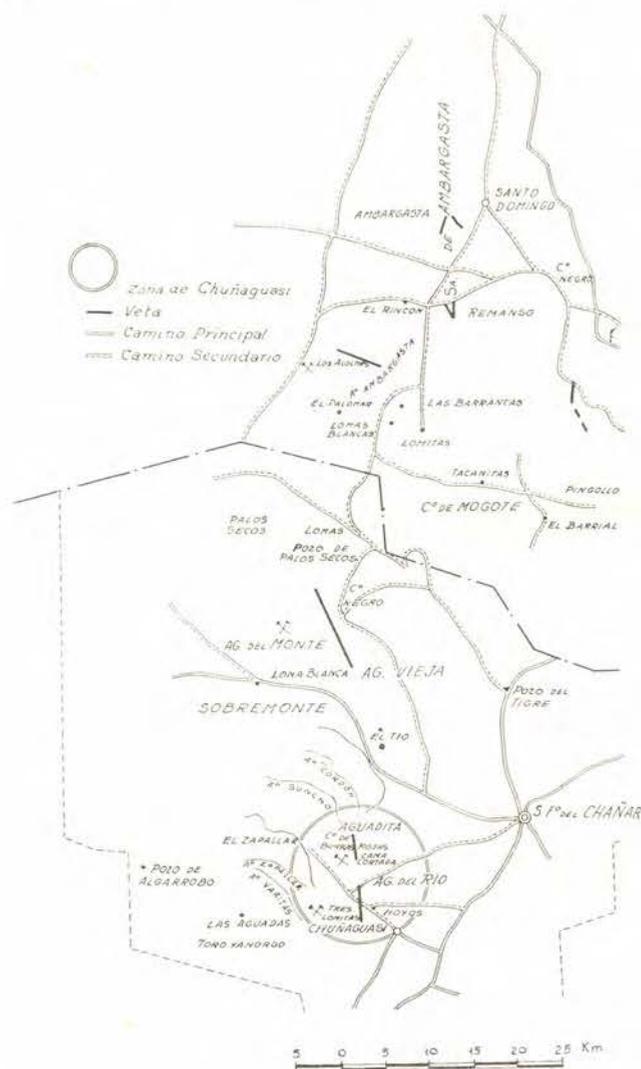


Fig. 1. — Manifestaciones manganíferas del norte de Córdoba y sur de Santiago del Estero

En la mina « Cama Cortada » la explotación se empezó en forma más o menos intensiva a fines de 1944; en 1945 se extraían alrededor de 170 toneladas mensuales.

GEOLOGÍA

El relieve de la región es suave, encontrándose las minas a unos 800 m s. n. m. Las vetas asoman en lomadas inconspicuas. La vegetación es regularmente abundante y pertenece a la transición entre los espinillos del « Parque Chaqueño » y la formación del « Monte ». Los algarrobos, molles, palmas, chañares, tintitacos y espinillos que la forman, dificultan la prospección geológica.

En la zona de la mina « Tres Lomitas » (fig. 2), se pone de manifiesto una granodiorita que entra en contacto, en el extremo norte de las pertenencias, con rocas melchíticas. Estas rocas son consideradas por Beder (1), como la fase marginal de un batolito granítico al que atribuye edad post-silúrica, y señala que las mismas constituyen la roca de caja del yacimiento de « Los Ancoches » (Santiago del Estero).

En las pertenencias de « Cama Cortada » asoma una toba de color gris marrón que a simple vista se podría confundir con una porfiritita, roca que, posiblemente, se la puede homologar con las « Volcánicas del Gondwana » que se señalan en el bosquejo topográfico y geológico de la Sierra de Guasayán de Beder (2), pero parece ser más acertado relacionarla a las efusiones miocenas que, según información del geólogo Pedro J. Quiroga, se pueden observar en la zona de « La Argentina », en el departamento Minas.

Se estima que la zona de estudio ha sido afectada por una estructura de fallas regionales, resultantes del nuevo ajuste producido como consecuencia de los movimientos, que en el Terciario dieron lugar al levantamiento diferencial en bloques de la antigua penellanura labrada sobre el basamento cristalino.

Las fracturas. — En la zona de la mina « Tres Lomitas », se observan dos sistemas de fracturas mineralizadas de distinta edad. Al más antiguo le corresponden vetas de escasa potencia, que corren aproximadamente de este a oeste, portadoras de cuarzo sin manganeso. Dicho sistema es cortado por otro más moderno, al que se relacionan las vetas con minerales de manganeso. El más antiguo posiblemente es contemporáneo con la intrusión de granodiorita y, en adelante, no nos referiremos más a él por considerar que no es de mayor interés para el problema que nos ocupa.

El sistema más moderno está representado en la zona que nos ocupa, por una fractura principal y otras subsidiarias de rumbo aproximadamente de N a S. Esfuerzos posteriores a su mineralización han producido fallas que desplazaron la veta en diferente grado, lo que puede observarse claramente en la mina « Cama Cortada ». Se atribuye la fractura principal a un esfuerzo combinado de corte y torsión que originó

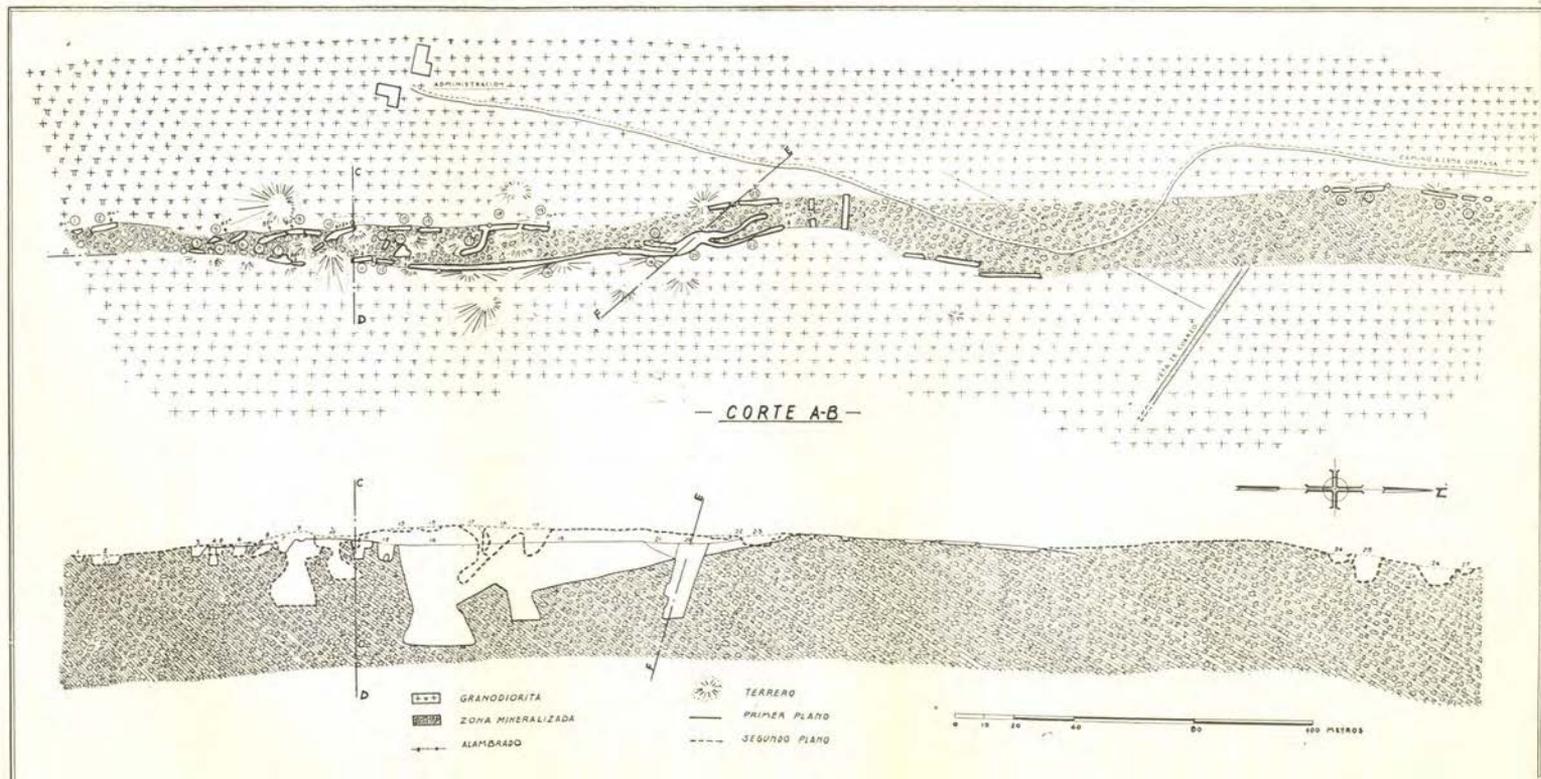


Fig. 2. — Mina de manganeso « Tres Lomitas ». Plano de las labores

una zona de brecha de falla, de longitud no determinada y de ancho que varía en la zona estudiada entre 12 y 25 m.

El desplazamiento diferencial en el plano de dicha fractura ha dado origen, a su vez, a las fracturas subsidiarias.

Se sostiene que en la formación de las fracturas ha intervenido un esfuerzo torsional porque, en general, a un cambio en su rumbo corresponde uno en su buzamiento; lo que se hace evidente en las labores 28 y 29, sobre la fractura subsidiaria.

Veamos a continuación el modo cómo pueden haberse producido las estructuras teniendo en cuenta la teoría del elipsoide de deformación en que se basa el análisis gráfico de la figura 3.

Como dijéramos, un empuje (E, en la figura), combinado con una torsión dió origen a una zona de brecha de falla. El empuje vendría del NE; la torsión, tendría su eje en el rumbo NS. Ambos, empuje y torsión, actuaron simultáneamente, pero el esfuerzo torsional con diferente intensidad en cada lugar. Podemos pensar, pues, que en algún sitio la torsión fuera muy pequeña o nula y todo ocurrirá como si sólo actuara el empuje E, y razonando de acuerdo con la teoría del elipsoide de deformación se produciría un plano de esfuerzo de corte con rumbo aproximado NS; lo que equivale a decir una zona de fractura. En cambio, los lugares en que la torsión es suficientemente intensa, como dicha fuerza da origen a una compresión en el sentido de su eje, en nuestro caso NS, forma con

el empuje un par cuya resultante debe tener un rumbo desviado hacia la dirección NS, y la desviación será mayor cuanto más intensa es la torsión (véase elipsoide 2, en la figura de análisis). Consecuentemente, se obtendrá una desviación proporcional del rumbo del esfuerzo de corte, lo que equivale a decir que la zona de fractura es desviada de NW a SE, cuanto mayor es la torsión. La resultante final de la actuación de esta fuerza es una fractura de trazo sinuoso, pero de rumbo general bien definido.

Una vez provocado el plano de ruptura, el empuje continúa actuando para llegar al estado de equilibrio y ocasiona así el movimiento diferencial de las áreas a ambos lados de la fractura. El área E, se habría movido

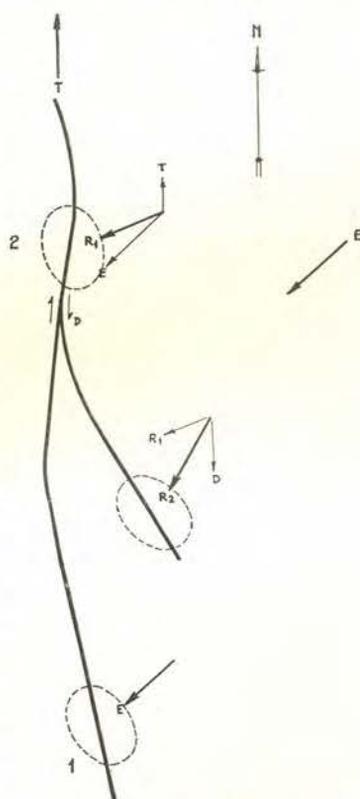


Fig. 3. — Análisis ideal de los esfuerzos

hacia el sur con respecto a la W. Este movimiento diferencial (D, en la figura de análisis), en la zona de mayor intensidad (elipsoide 3), modifica la dirección de la resultante R_1 del empuje dando lugar a una nueva resultante R_2 , con rumbo más al W, y que origina la fractura subsidiaria.

A más de dar origen a la fractura subsidiaria, el desplazamiento diferencial de los lados opuestos de la fractura principal, ocasiona la brecha y produce el mismo efecto que cuando se desplazan las dos partes en que ha sido rasgada una tarjeta o papel, dando lugar, en consecuencia, a zonas estranguladas y ensanchadas, lo cual puede observarse netamente en la veta de « Cama Cortada » (fig. 7), posiblemente debido a la mayor plasticidad del medio; recuérdese que allí las fracturas atraviesan tobas mientras que en « Tres Lomitas » granodiorita.

Si se tiene en cuenta que, tanto las fracturas principales como las subsidiarias fueron posteriormente mineralizadas por soluciones portadoras de manganeso, fácilmente se comprenderá la importancia que tiene la forma y condición de estas estructuras en el control de las zonas mineralizadas.

La actuación de esfuerzos de torsión tiene origen cuando ocurren ascensos regionales de bloques. Es éste uno de los elementos de juicio que, como veremos más adelante, hace pensar que la estructura se ha producido en el Terciario.

Las vetas. — En la mina « Tres Lomitas » se observan las dos fracturas mineralizadas que hemos mencionado, las que en adelante denominaremos veta principal y veta secundaria.

La veta principal asoma intermitentemente por espacio de aproximadamente 1 km, con rumbo que varía entre N 4°W y N 11°W e inclinación media de 70 a 85°W, desapareciendo bajo el relleno cuartario de las faldas de las lomitas. La roca de caja está representada por una granodiorita al sur y una malchita al norte.

En la zona de las labores principales (fig. 2), la que se ha revelado con cierto detalle, se observa que la potencia de la zona de brecha es muy variable; en el sector comprendido entre las labores n° 1 y 23, fluctúa entre 10 y 15 m, aproximadamente; más al N va aumentando y llega a alcanzar, frente a la labor n° 27, unos 25 m. Con esta misma potencia se le ha encontrado donde la fractura entra en contacto con la malchita, y es aquí donde la veta secundaria tiene su origen, desviándose de la principal.

El rumbo medio de la veta secundaria es N 18°W, pero localmente es muy variable; así, en su origen es de N 31°W, a los pocos metros pasa a ser N 18°W; en la labor n° 29, N 21°W y, finalmente, en la labor n° 28, N 26°W. La inclinación varía tanto como el rumbo, siendo esto bien evidente en la labor n° 28 en que al norte es de 78°W, en el centro

se hace vertical y 17 metros más al sur alcanza 80° al Este. El cambio de inclinación, como ya se ha dicho, corresponde a un cambio de rumbo y, además, a un aumento en la potencia; en efecto, en la misma labor n^o 28, la veta que tiene 1 m en el extremo norte, alcanza a 2 m en su parte media, donde es vertical.

Esta veta no corresponde a una zona de brecha de falla como la principal, sino que es una veta de relleno, mineralizada de caja a caja, aun cuando contiene algunos trozos de granodiorita alterada en su relleno.



Fig. 4. — Veta en la mina «Cama Cortada»
Vista desde el extremo Sur de las labores

La veta de la mina «Cama Cortada»: En la zona de esta mina, contrariamente a lo que ocurre en «Tres Lomitas», la veta se encuentra totalmente cubierta por una sobrecarga de tierra vegetal y de tosca calcárea (fig. 4), pero en el momento que se la visitó había sido descubierta por trincheras en una extensión de unos 730 m. Su roca de caja es una toba.

Su rumbo general es de $N 14^{\circ} W$ y como las anteriores, muestra variaciones locales. Así, en el extremo norte de las labores acusa $N 14^{\circ} W$; hacia el sur pasa de $N 23^{\circ} W$ a $N 19^{\circ} W$, para terminar en $N 4^{\circ} W$. La inclinación registra también variaciones, fluctuando desde la normal hasta 70° al W.

La potencia media de la veta es de 1 metro, pero el ancho medio de la parte actualmente explotable alcanza sólo a 50 cm término medio.

La roca de caja : Como ya se expuso, en la mina « Tres Lomitas », es al sur una granodiorita y en la zona norte, una malchita. Ambas rocas están alteradas en el contacto con la veta hasta unos 2 metros de la salbanda, presentándose, especialmente la granodiorita, en sus partes expuestas a la intemperie, de color pardo rojizo y en profundidad violeta oscuro. Beder (1) llamó a estas rocas alteradas pseudo-pórfido, lo que cuadra muy bien, por el aspecto macroscópico.

Las observaciones al microscopio revelan que la granodiorita ha sufrido un fuerte metamorfismo y que el tono de su coloración se debe al grado de oxidación del mineral de hierro secundario, formado a costa de la desferrización de los minerales oscuros de la roca. El cuarzo ha sufrido una fuerte molienda y los otros componentes de la granodiorita, principalmente el feldespato, muestran signos evidentes de cataclasis. Contra la salbanda misma y por un espesor de unos 20 cm, la alteración de la roca ha sido mayor, puesto que es dable observar feldespatos reemplazados por zeolitas y éstas, a su vez, por calcita y hasta por minerales de manganeso. Indudablemente, la alteración de la granodiorita se debe tanto a los efectos del dinamo-metamorfismo cuanto a los de metamorfosis hidrotermal, más específicamente, a una piritización, fenómeno que se suele atribuir a un acarreo de ácido sulfhídrico (H_2S) por soluciones alcalinas ascendentes. Es interesante mencionar que no se nota un aumento en la seritización, lo que indica escaso o nulo aporte de potasio por dichas soluciones preminerales.

La malchita, roca clasificada por el doctor González Bonorino, es de color gris oscuro y de grano fino; la identificación de sus elementos sólo es posible bajo microscopio. Es mucho más resistente a la meteorización que la granodiorita y sus partes expuestas a los agentes atmosféricos, así como sus planos de clivaje, presentan una coloración secundaria violácea. Su estructura es hornféslica; sus componentes principales son: cuarzo, feldespato, biotita y, como elemento accesorio, un mineral de hierro bastante abundante.

No se ha podido estudiar en detalle la alteración de la malchita por las soluciones mineralizadoras y tampoco la correspondiente a la toba que sirve de caja al yacimiento de « Cama Cortada ».

Dicha roca, de color gris marrón, se podría confundir a simple vista con una porfirita, pero las observaciones al microscopio revelan que se trata de una toba porfirica cristalino-cuarzosa.

Relleno de las vetas : Hemos identificado la veta principal como una zona de brecha de falla. Ahora bien, hay que aclarar que la mineralización no es uniforme ni mucho menos dentro de dicha zona. Se puede decir que los minerales de manganeso se han acumulado preferentemen-

te en una de las dos salbandas y a veces en ambas, con una potencia que varía, por lo general, de 1 a 3 metros, pero que puede ser mayor. La zona media de la brecha, 10 a 15 m, en la generalidad de los casos,

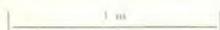


Fig. 5. — Brecha de granodiorita (parte clara) cementada por mineral de manganeso (oscuro)

tiene una mineralización escasa o nula, pues el manganeso sólo reemplazó porciones más o menos abundantes de ella (fig. 5). A veces se encuentran también dentro de esta franja central « bolsones » más ricos en manganeso, como ocurre en la labor n° 17.

Tomaremos como ejemplo de mineralización de la veta principal un corte que pasa por la labor n° 10 (fig. 6). Al oeste se encuentra la roca de caja (1), luego granodiorita milonitizada y piritizada (2) formando « liso » firme; inmediatamente, hacia el lado E (3), una franja de calcita negra, incluyendo trozos medianos de brecha, es la de mayor tenor en manganeso; luego viene una brecha fina muy cementada (4) principalmente por hausmannita y una brecha gruesa que incluye psilomelano y manganita (6) que es atravesada por una veta de calcita (5). La parte central de la zona de brecha (7), está formada por trozos de granodiorita muy escasamente cementada por minerales de manganeso. Ahora bien; la brecha fina, fuertemente cementada, como

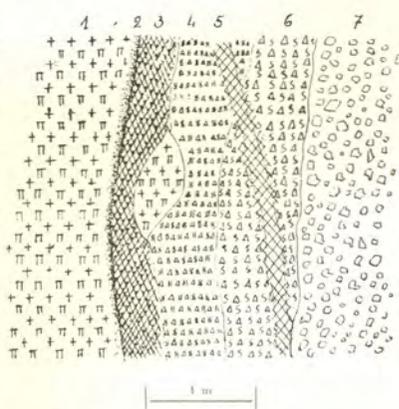


Fig. 6. — Mineralización de la veta en « Tres Lomitas »

así también trozos de roca de caja sin mineralizar, constituyen bloques « flotantes » dentro de zonas de mayor o diferente mineralización o bloques apretados entre las cajas que dejan entre sí bolsones más ricos. Sobre la salbanda E, en general se repiten las condiciones mencionadas anteriormente.

La veta secundaria no participa del doble aspecto de relleno y reemplazo que muestra la principal, sino sólo del de mineralización por relleno. Las cajas son bien definidas y contienen de vez en cuando caballos



Fig. 7. — Mina « Cama Cortada ». Labor n° 14 vista desde el Norte. Obsérvese el ensanchamiento y estrangulación de las tres franjas de mineralización.

de piedra. La mineralización es también un poco diferente, pues se nota un mayor predominio de ópalo y baritina, lo cual induce a pensar que se trata de una zona de menor temperatura o más alejada del centro de mineralización.

La veta de la mina « Cama Cortada » se encontraba totalmente cubierta por una sobrecarga compuesta de arriba para abajo por: tierra vegetal, 50 cm, tosca calcárea, 20 cm y tierra y wad 50 cm. La grieta mineralizada es también una zona de brecha, pero mucho más angosta que la veta principal de « Tres Lomitas », ya que tiene, término medio, sólo 1 m (fig. 4), siendo la brecha de dicha mina mucho más fina y uni-

forme. El relleno es allí también por bandas o franjas y en cierta manera simétrico (fig. 7); así, en el centro (1) se tiene una franja en que predomina pirolusita, psilomelano y calcita negra y a ambos lados (2) nula o escasísima calcita negra, hausmannita y psilomelano con wad.

Es posible que la franja central corresponda a un segundo período de mineralización, debido a una reactivación de movimientos que afectaron a esa parte de la veta, permitiendo así el ascenso de nuevas soluciones mineralizadoras.

Entre las labores números 30 y 31, la parte media de la veta está constituida por calcita estéril flanqueada por dos franjas de mineral. Las franjas mineralizadas, tanto en su extensión vertical como horizontal, sufren ensanchamientos y estrangulaciones, como ya se dijo al hablar de las fracturas. También en algunas partes se encuentran trozos de brechas « flotando » dentro del mineral.

Edad del yacimiento. — Se han señalado ya algunos hechos sobre los que se debe volver pues proporcionan elementos de juicio sobre la edad del yacimiento.

Se ha dicho que Quiroga ha observado más al sudoeste, próximo a la « Argentina », departamento Minas, tobas del Mioceno mineralizadas por manganeso y que considero contemporáneas con las que sirven de roca de caja a la veta de « Cama Cortada », donde han sido tectonizadas y también reemplazadas por minerales de manganeso, como lo muestra la microfotografía de la figura 11. Si las tobas son del Mioceno y han sido luego mineralizadas, obvio es que el ascenso de las soluciones debe ser posterior o a lo sumo de igual época.

A la misma conclusión había ya llegado por consideraciones de orden tectónico. Varios autores y entre ellos el mismo Beder piensan, no sin fundamento, que las sierras de Córdoba se han formado durante el Terciario, a consecuencia del levantamiento diferencial en bloques de la antigua penellanura labrada sobre el basamento cristalino. Cuando ocurren movimientos orogénicos como los que nos ocupan, dan lugar a esfuerzos torsionales y creo haber podido demostrar que en la formación de las fracturas mineralizadas, han intervenido tales esfuerzos. Por tanto, podemos llegar a la conclusión de que si dichos esfuerzos son del Terciario Superior, necesariamente hay que admitir que la mineralización es posterior a esa edad.

Finalmente vendría en apoyo de esta hipótesis el hecho señalado por Lindgren (3) de que la casi totalidad de los depósitos de baja temperatura que hoy subsisten son del Terciario o más jóvenes, ya que los más antiguos por lo general han sido completamente erodados; pero antes de entrar en materia sobre el tipo de yacimiento, nos ocuparemos de los minerales que forman las vetas.



Fig. 8. — La calcita (Ca) contiene en su interior agregados aciculares de manganita (Mn) y es contemporánea de la barita (Ba). El ópalo (Op) se lo ve penetrando a través de la calcita y la barita y arrastrando manganita. Fluorita (Fa).

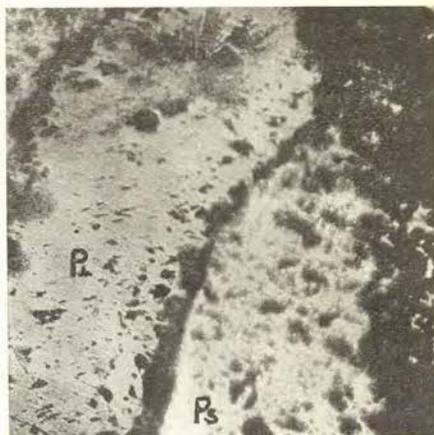


Fig. 9. — Pirolusita (Pi) reemplazando a manganita (Ma) dentro de una fractura producida en el psilomelano (Ps).

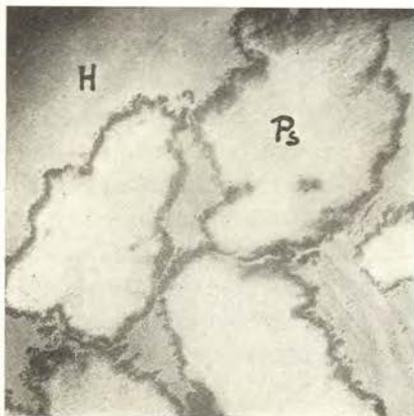


Fig. 10. — Psilomelano (Ps) reemplazado por hausmannita (H)

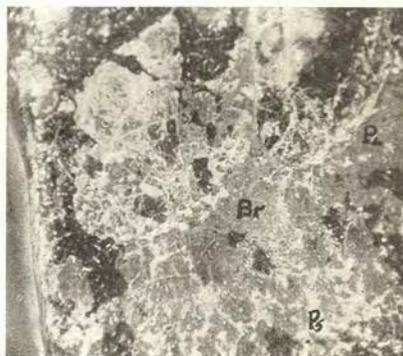


Fig. 11. — Brecha (Br) rodeada por un film de psilomelano (Ps). El psilomelano es reemplazado por la pirolusita (Pi) $\times 10$.

Mineralogía de las vetas. — Los minerales metalíferos observados en la mena del yacimiento de Chuñahuasi, son principalmente óxidos de manganeso tales como : hausmannita, manganita, psilomelano, pirolusita y braunita. En general, la mena no contiene elementos considerados como impurezas en el comercio, a saber : hierro o fósforo, al menos en tenores que puedan resultar perjudiciales.

En su mayor parte la ganga está compuesta por trozos de la roca encajante ; luego le sigue en orden de importancia : calcita, sílice en forma de cuarzo u ópalo y limonita. Localmente se ha podido observar fluorita y baritina. El bario parece encontrarse en parte dentro de la calcita reemplazando al calcio, por cuanto en los lugares donde se han tomado muestras, el análisis químico revela la existencia de bario con tenores que van de 8 a 11 % y allí no se ha podido constatar baritina al menos en cantidad suficiente como para justificar tales porcentajes ; ello nos induce a sospechar la presencia de baritocalcita.

Sobre los tenores de algunos elementos constituyentes de las vetas nos dan una idea general los resultados de dos análisis procedentes de « Tres Lomitas » (común de 10 muestras), y « Cama Cortada » (común de 8 muestras), que arrojan las siguientes cifras :

Elementos	« Tres Lomitas »	« Cama Cortada »
Manganeso.....	20,56 %	34,51 %
Bióxido de manganeso.....	27,97	48,26
Hierro.....	0,93	0,97
Insoluble.....	23,26	22,85

A continuación se describen los minerales que componen la mena ; los más abundantes son el psilomelano o la manganita, siguiéndole luego la calcita negra. Comenzaremos por describir en primer término a esta última por ser el mineral que más caracteriza al yacimiento.

Calcita negra : Se presenta en cristales medianos, espáticos, con una hermosa tonalidad negro profundo que le imprimen las concreciones de manganeso, muy posiblemente manganita. El microscopio revela que se trata de un agregado de individuos cristalinos de forma acicular y aspecto arborescente (fig. 8) ; es corriente que dichos agregados se encuentren en los planos de clivaje de la calcita.

Manganita : Este mineral es difícil de diferenciar macroscópicamente del psilomelano, pues ambos presentan la misma coloración, es decir, son negro azulados ; por otra parte, su dureza es además bastante aproximada y tienen el mismo brillo metálico. Tal vez el psilomelano es de aspecto un poco más poroso. Se han podido observar individuos aciculares procedentes de la calcita negra, concentrados en fisuras posteriores a la mineralización, pasando así a dar origen a individuos o agregados cristalinos de manganita con estructura acicular y, a veces, de as-

pecto fieltroso debido al entrecruzamiento de las agujas. La manganita otras veces, y especialmente cuando forma parte de una brecha, se presenta en agregados granulares de individuos idiomorfos diferentemente orientados, sin estructura acicular, por lo que parece se trata, entonces, de una manganita producto de un reemplazo de hausmannita. Lo más general es que la manganita esté reemplazada por el psilomelano y a veces por la pirolusita. Restos de manganita en pasaje a psilomelano se encuentran aun en el mineral noduloso de psilomelano.

Hausmannita: Es difícilmente diferenciable del psilomelano o manganita a simple vista, a no ser por su brillo sub-metálico. Se la ha encontrado estrechamente asociada con cuarzo y braunita. Es reemplazada principalmente por psilomelano pero también reemplaza a éste (fig. 4).

Psilomelano: Por la observación megascópica, como se dijo, es imposible diferenciar el psilomelano de la manganita fuera de los casos en que esta última se encuentra en forma de cristales columnares o de fibras.

Se ha observado que, por lo general, los granos de mineral de la brecha de roca de caja que contienen limonita están rodeados por psilomelano (fig. 11). Entre las camadas concéntricas de mineral noduloso, aspecto en que se presenta muy a menudo el psilomelano, se ha encontrado pirolusita y calcita. Como dijéramos, el psilomelano y la manganita están estrechamente ligados y el reemplazo de la segunda por el primero es gradual, siendo a veces muy difícil poder fijar su límite.

Pirolusita: De los minerales opacos de manganeso el de más fácil identificación es la pirolusita, por su escasa dureza, su color negro azabache y por manchar los dedos de gris acero oscuro. Se encuentra pirolusita pseudomorfa de manganita en su forma de agregados aciculares.

Bajo el microscopio se ha podido observar individuos cristalinos, algunos de los cuales están divididos por fisuras rellenas por una segunda generación del mismo mineral; parte de la pirolusita se encuentra en los planos de clivaje y en grietecillas producidas por cataclasis (fig. 9). La pirolusita ha sido originada por reemplazo directo de manganita, hausmannita y psilomelano, por lo que siempre se presenta estrechamente relacionada con ellos (fig. 11).

Braunita: A simple vista sólo ha sido posible identificar algún cristal aislado dentro de ópalo gracias a su fuerte tendencia a formar octaedros. Bajo el microscopio los raros cristales observados estaban vinculados con hausmannita y sílice.

Los minerales de la ganga observados son los siguientes:

Baritina y fluorita: La fluorita es muy escasa y está relacionada con la calcedonia y el ópalo. La baritina se presenta dentro de la calcita en cristales euedrales rectangulares de 1 a $\frac{1}{2}$ cm de longitud (fig. 8).

Calcita: La calcita es muy abundante. Se presenta en cristales de

grano grueso, a veces bien translúcidos, otras conteniendo, como se ha dicho, concrecimientos de manganita. También se la encuentra en grandes cristales, hasta de unos 10 cm, unos de color blanco lechoso, otros transparentes pero siempre sin minerales de manganeso en su interior, como ser en la mina « Cama Cortada ».

En la salbanda de la veta de « Tres Lomitas » se le ha observado en escalenoedro, en drusas, sobre una « costra » de mineral de manganeso que se apoya directamente sobre la caja.

Limonita : La limonita se halla principalmente dentro de la brecha de roca, como producto de oxidación de la pirita originada por la piritización y milonitización de la roca comarcal.

Opalo : Este mineral es bastante abundante en la veta secundaria de « Tres Lomitas », tiene a veces coloración que va de rojo oscuro al negro, y al microscopio (fig. 8), se ve que como la calcita, es portadora de agregados aciculares de mineral de manganeso.

PARAGÉNESIS

A continuación nos ocuparemos de las relaciones entre los diferentes minerales de la veta, principalmente en lo que se refiere a la sucesión de los mismos.

Hausmannita y escasísimo cuarzo se los encuentra cementando la brecha de roca de caja y reemplazando algunos de sus constituyentes, por lo que podemos pensar que la solución mineralizadora ascendente que penetró a través de la zona de falla, aportó en un primer período dichos minerales. A este primer período de mineralización siguió un segundo, a raíz de continuar activos los movimientos en la zona de brecha.

A él se debe la deposición, principalmente, de calcita y baritina que enriqueció así a la veta con el aporte de la manganita contenida en la calcita. La calcita negra se la encuentra por todas partes rodeando grandes o pequeños cuerpos de brecha cementada por hausmannita y penetrando en ellas a través de fisuras. La baritina sólo se la ha encontrado en contados lugares, donde posiblemente la temperatura era favorable y donde la limonita era más abundante, de acuerdo con las ideas de Dickson.

La zona de fractura continuó activa, triturando los minerales ya depositados y permitiendo el aporte de sílice y fluorita. La sílice al estado de ópalo, se la puede ver penetrando a través de la baritina y calcita y arrastrando a su vez la manganita contenida dentro de la calcita (fig. 8).

Posteriormente las soluciones portadoras de sílice dieron origen al

ópalo, fluorita y baritina, minerales que se encuentran en zonas más elevadas de la estructura, o sea, de menor temperatura.

Los minerales supergenos tuvieron origen por la acción de las aguas superficiales sobre la manganita y hausmannita, acción que ha actuado al menos tan profundamente como las labores actuales (unos 30 m). Los minerales así formados son : manganita, pirolusita, psilomelano y wad, pero esta acción, en ningún lugar de los estudiados del yacimiento, ha sido lo suficiente activa en cuanto al aporte de oxígeno, como para dar origen a concentraciones de pirolusita tales como para permitir su escogido a mano o como para localizar bolsones dentro de la veta.

El cuadro que sigue es una síntesis de cómo se interpreta lo ocurrido en la formación y metalización de la veta a través del tiempo.

*Paragénesis de los minerales en las minas « Tres Lomitas »
y « Cama Cortada »*

1. Formación de la brecha. Terciario.
2. Piritización posterior.
3. Formación de los minerales hipógenos.

Primer período de mineralización.

Cuarzo.

Hausmannita.

Braunita (?).

Segunda fracturación.

Segundo período de mineralización.

Calcita negra.

Baritina.

Tercera fracturación.

Tercer período de mineralización.

Fluorita.

Baritina II.

Opalo.

Braunita II.

Formación de los minerales supergenos.

Psilomelano.

Hausmannita.

Manganita.

Pirolusita.

Wad.

Es éste un cuadro provisorio, especialmente en lo que al orden de formación de los minerales supergenos se refiere, y podemos decir con Thiel (4) « no hay un orden definido con más agua o menos agua » ; tal vez una tendencia a una mayor oxidación.

Tipo del yacimiento : El rasgo más sobresaliente y que caracteriza los

yacimientos de manganeso de las minas «Tres Lomitas» y «Cama Cortada» es, sin duda, la presencia de calcita negra, portadora de crecimientos arborescentes de mineral de manganeso (fig. 8). La asociación de la calcita negra con baritina y el enriquecimiento secundario por los diferentes minerales oxidados de manganeso, nos permiten homologar estos yacimientos con los depósitos de calcita negra del oeste de los EE. UU. (2), y, lo que es más importante, vendrían a confirmar la teoría que explica la formación de los yacimientos norteamericanos del oeste, por arrastre de la manganita o hausmannita que se encontraría a mayor profundidad, por las soluciones ascendentes de calcita de un período posterior de mineralización.

Sobre la posibilidad de este mecanismo es harto elocuente la mencionada fotomicrografía de la figura 8; allí se puede apreciar cómo la solución de sílice de un período posterior a la calcita negra, al penetrar por una grieta cataclástica de ésta, se pone en contacto con la manganita o hausmannita y, por decir así, la arrastra dando origen a un ópalo negro o rojizo.

En los yacimientos que nos ocupan, estaríamos en una zona estructuralmente más baja o más próxima al foco de mineralización que en los norteamericanos y, por ello, nos es permitido ver junto a los minerales del primer período de mineralización la calcita negra del segundo período que, al ser fracturada, habrían arrastrado el manganeso de una zona más profunda.

Difícil es decidirse por la clasificación en que debe encuadrarse este yacimiento; indudablemente los minerales han sido llevados por soluciones de muy baja temperatura.

La presencia de fluorita y ópalo y baritina un tanto abundantes en la veta secundaria, podría hacer pensar que se trate de un yacimiento de aguas termales relacionadas con fenómenos volcánicos, pero por el tipo de relleno de las vetas y la alteración de la roca de caja nos inclinamos a denominarlo como epitermal, de acuerdo con la clasificación de Lindgren.

LISTA DE LOS TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- BEDER, ROBERTO, *Los minerales de manganeso en el norte de la provincia de Córdoba y sur de Santiago del Estero*. Anales del Museo Nacional de Historia Nacional (Bernardino Rivadavia). T. 36; pp. 431 a 532. Marzo 13 de 1931.
- HEWETT, D. F., Y PARDEE, J. I., *Ore Deposits of the Western States*. N. York.
- THIEL, GEO A., *Los minerales de manganeso. Sus identificaciones y paragénesis*. Economic Geology V. XIX, n° 2. Marzo 1924.
- LINDGREN, W., *Mineral Deposits*. IV Ed.; N. York. 1933.